Phys. sp. 417b

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

R

Vollständige und auf Erfahrung gegründete Anweisung, die Thermometer zu verfertigen.

Mit zwei Kupfertafeln

von
Johann Friedrich Lutz.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Nürnberg,
in A. G. Schneider und Weigels Kunst- und Buchhandlung.
1823.

40. D

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede
zur ersten Auflage.

Ich hatte die Absicht, in einem mäßigen Werke, die Lehre vom Thermometer und Barometer vorzutragen, und dabei sonderlich auf die Höhenmessung mit dem Barometer Rücksicht zu nehmen. Als ich aber anfing, meine Materialien, die ich aus eigner Erfahrung und aus den besten Schriftstellern gesammelt hatte, in Ordnung zu bringen, fand ich, daß ich entweder ein elendes Gerippe, vor welchem der größte Theil meiner Leser Abscheu haben würde, schaffen, oder viel Nöthiges weglassen müßte, wenn ich die Kürze des Werks zu meinem hauptsächlichsten Gegenstand machen wollte.

Überdieß kam ich zu der Zeit, als ich schon an meiner Abhandlung über die Barometer arbeitete, auf eine Entdeckung, die mir wichtig schien.

Ich habe nämlich, durch Hülfe eines Luftthermometers, welches keinen von denjenigen Fehlern hat, die Herr de Luc von den bisher bekannten Luftthermometern anführt, und mit Beihülfe eines Hygrometers, den Gang der Luft, sie sei mit vielen oder wenigen Dünsten angefüllt, bei ihrer Verdichtung und Erweiterung, gefunden. Schon der Herr de Luc vermuthete, die Höhenmessung mit dem Barometer würde noch weit mehr berichtigt werden können, wenn man den Gang der Luft, bei ihrer Verdichtung und Erweiterung, und bei mehr oder weniger in sich habenden Dünsten, genauer, als bisher, kennen würde. Sollte ich deßwegen nicht meine Entdeckung auf das Beste zu benutzen suchen?

Es wird aber noch eine sehr große Menge von Versuchen, die man überdieß nicht zu jeder Jahreszeit und nicht jeden Tag vornehmen kann, erfordert, um aus dieser Entdeckung denjenigen Nutzen zu ziehen, den man davon hoffen kann. Deßwegen bin ich um so weniger im Stande, zu bestimmen, wie bald oder spät ich meine Entdeckung dem Publikum vorlegen, und meine Abhandlung über das Barometer, von welcher der größte Theil schon im Manuskript liegt, in Druck werde geben können, da mein Amt mir bisweilen nur wenige

Zeit zu meinem Neben- und Lieblingsgeschäft, der Physik, übrig läßt.

Aus obigen angeführten Gründen erscheint hier meine Abhandlung über die Thermometer als ein besonderes Werk.

Über gegenwärtige Abhandlung will ich nur etwas Weniges erinnern.

Man betrachte sie als ein Lese- und Handbuch, und zwar, wozu alle Lehrbücher bestimmt sind, als ein Lehrbuch für Anfänger, die nicht im Stande sind, weitläufige und große Werke zu lesen und anzuschaffen. Aber in jedem Lehrbuch kann der größte Theil nicht neu seyn; besonders wenn man schon so gute Vorarbeiter gehabt hat, als ich. Wenn mir nur Kenner das Zeugniß geben, daß ich nicht übel gesammelt, — nichts Nothwendiges vergessen, — mit nichts Unnöthigem meine Abhandlung angefüllt, — und hie und da etwas weniges Neues, welches des Druckes nicht unwürdig ist, gesagt, — oder wenigstens das schon Bekannte durch neue Gründe und Erfahrungen unterstützt habe; so ist dieses das Höchste, was ich für meine Bemühungen erwarten kann.

Ich bin überzeugt, daß ich Manches hätte besser machen sollen, und vielleicht, wenn ich daran

gedacht hätte, es auch besser würde haben machen können. Ingleichen schmeichle ich mir gar nicht, daß ich nicht hie und da sollte gefehlt haben. Da mir nun die Verbesserung der Thermometer sehr angelegen ist, so werde ich's mit vielem Dank erkennen, wenn mir Kenner meine Fehler zeigen, und ihre bessern Einsichten, Erfahrungen oder auch sogar nur Zweifel werden mittheilen wollen.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Bei dieser zweiten Auflage sind nicht nur die vielen Druckfehler der ersten gänzlich vermieden, sondern auch auf den möglichst korrekten Abdruck aller Fleiß gewendet worden.

Der Anhang und die Zusätze, welche der Verfasser bei der später erfolgten Herausgabe seiner vollständigen Anweisung, Barometer zu verfertigen, angehängt hat, sind am gehörigen Orte eingeschaltet worden.

Auch wurde diese Ausgabe mit einer zweiten Kupfertafel vermehrt, auf welcher nicht nur jene Gegenstände abgebildet sind, welche auf der sechsten Kupfertafel zu den Barometern befindlich sind (und auf den Anhang, die Thermometer betreffend, sich beziehen), sondern auch noch drei neue Abbildungen enthalten, welche wir dem Herrn H. B. Bauer, senior, Mechanikus dahier, nebst deren Beschreibung zu verdanken haben.

Dieselben sind:

1) Die Abbildung des Meerthermometers, erfunden von dem Engländer Six, Tab. II. fig. 1.
2) Abbildung, wie die Thermometerkugeln mit dem Munde geblasen werden können. Tab. II. fig. 2.
3) Abbildung eines Blastischchens zum Aufblasen der Thermometerkugeln.

Diese Gegenstände haben nicht weniger praktischen Werth, als die vom Herrn Lutz beschriebenen, da sich deren Verfasser selbst mit Verfertigung sowohl von Thermometern als Barometern beschäftigt, und auch diese von demselben verfertigten Instrumente als die zuverlässigsten anerkannt sind.

Wir sind überzeugt, daß die Vorzüge dieser zweiten Ausgabe ganz geeignet sind, dem Werke den klassischen Werth zu sichern, den schon die erste bei so manchen Fehlern errungen hat, und glauben, daß wir diesen neuen Abdruck nicht unterlassen durften, ohne eine Lücke in der physikalischen Literatur zu veranlassen.

Die Verlagshandlung.

Inhalt.

Einleitung.

	Seite
§. 1—4. Erste Grundbegriffe und Nachrichten vom Thermometer	1
§. 5—12. Allgemeine Eigenschaften eines Thermometers	3
§. 13. Allgemeine Eigenschaften eines Pyrometers oder Metallthermometers	13

Das erste Kapitel.

Von den Röhren und Gefäßen der Thermometer.

§. 14. Eigenschaften einer guten Röhre . .	15
§. 15. 16. Das Kalibriren der Röhre . . .	16
§. 17. 18. Das Glasblasen und Anschmelzen der Cylinder	19
§. 19—23. Das Verhältniß der Kugel oder des Cylinders zur Röhre	25

Das zweite Kapitel.

Von der Wahl des Flüssigen zu Thermometern.

§. 24—30. Nichtige Einwürfe des Herrn Strohmeyers wider das Quecksilber	36
§. 31—33. Weiterer Vorzug des Quecksilbers . .	48
§. 34. Beschaffenheit des zu Thermometern zu gebrauchenden Weingeistes, und das Färben desselben .	47
§. 35—37. Eigenschaften eines guten Quecksilbers und das Reinigen desselben	51

Das dritte Kapitel.

Das Füllen der Thermometer.

Seite

§. 38. 39. Das Füllen der Thermometer mit Weingeist 55

§. 40. Das Füllen mit Quecksilber . . . 56

§. 41. 42. Das Reinigen der Röhren . . . 56

§. 43. 44. Das Füllen nach Herrn de Lucs Art . 61

§. 45. 46. Vortheile, das Zerspringen der Röhre und Kugel zu verhüten 63

§. 47—49 Das Herausbringen der letzten Luftblase . 65

§. 50. Mittel, die Säule zu vereinigen, wenn nach dem Zuschmelzen des Thermometers Luft dazwischen tritt 69

§. 51. 52. Herrn Strohmeyers Art, die Thermometer zu füllen, nebst ihren Fehlern . . . 71

Das vierte Kapitel.

Das Zuschmelzen der Röhren. Mittel, die Weingeistthermometer geschickt zu machen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten. Betrachtung über die luftleeren und die mit eingeschlossener Luft beschwerten Thermometer.

§. 53. 54. Das Zuschmelzen der Quecksilberthermometer, um sie luftleer zu machen 76

§. 55. Mit eingesperrter Luft versehene Thermometer 79

§. 56. Thermometer, die große Hitze aushalten sollen 79

§. 57—60. Das Zuschmelzen der dû Crestischen Weingeistthermometer 86

§. 61—63. Luftleere Weingeistthermometer des Hrn. Dûrand 89

§. 64—71. Drei andere Methoden, die Weingeistthermometer geschickt zu machen, daß sie die Hitze des kochenden Wassers aushalten 92

§. 72. 73. Das Zuschmelzen der Weingeistthermometer, die das siedende Wasser nicht aushalten sollen . 97

§. 74—84. Untersuchung, ob die luftleeren, oder mit verdichteter eingesperrter Luft versehenen Thermometer vorzuziehen 97

Anhang.

Unmittelbare Versuche über die Wirkung der in den leeren Raum des Thermometers eingeschlossenen verdichteten Luft, auf die Höhe des Thermometerstandes im siedenden Wasser.

Seite

§. 84 *a*. Der Verfasser der memoires sur la reforme des Thermometres, a Tours 1779, gab hiezu Gelegenheit 108

§. 84 *b*–*f*. Sein Verfahren mit dem Thermometer, und dessen Fehler 109

§. 84 *g*–*m*. Meine Versuche mit der eingesperrten verdichteten Luft im Thermometer . . 113

§. 84 *n*. Folgerungen hieraus 118

§. 94 *o*. *p*. Weitere Einwendungen des Verfassers wider die luftleeren Thermometer, nebst Widerlegung derselben 121

Das fünfte Kapitel.

Von dem obern festen Punkt der Thermometer.

§. 84 *q*. *r*. Der obere feste Punkt der Thermometer muß zuerst gesucht werden . . . 125

§. 85. 86. Schwierigkeiten, bei Bestimmung des Siedpunkts 126

§. 87–95. Die dazu nöthige Vorsicht . . 127

§. 96. 97. Die Wirkung der Atmosphäre auf das siedende Wasser 134

§. 98–100. Ob die Naturforscher über die zu erwählende Barometerhöhe beim Kochen des Wassers werden einig werden? 136

§. 101–115. Berichtigung des Siedpunkts, der unter einer andern Barometerhöhe als 27 Zoll genommen worden 139

§. 116. 117. Warnung vor einigen dabei möglichen Fehlern 150

Das sechste Kapitel.

Von dem untern festen Punkt der Thermometer.

§. 118. Was er sei? 162

§. 119. Gefrierpunkt des Fahrenheits . . . 162

Seite

§. 120. Der natürliche Eispunkt. Nothwendigkeit seiner Richtigkeit 163
§. 121. Verschiedene Methoden, ihn zu finden . 163
§. 122—132. Wasser im Eis, und dessen Unrichtigkeit 164
§. 133. Schmelzendes Eis 171
§. 134—136. Vorsichtsregeln bei Suchung des Eispunkts 172
§. 137. Und zwar insonderheit beim Wasser im Eis . 175
§. 138. Beim schmelzenden Eis . . . 175
§. 139. Beim Wasser mit Eis vermischt . . 176
§. 140—144. Die Temperatur des Kellers der Sternwarte zu Paris 177
§. 145. 146. Von dem Grad der erzwungenen Kälte durch 2 Theile Eis oder Schnee und 1 Theil Kochsalz 181

Das siebente Kapitel.

Von dem Verhältniß der wahren Wärme zu der Abtheilung des achtzigtheiligen Quecksilberthermometers.

§. 147—151. Die Thermometer zeigen die wahre Wärme nicht an 182
§. 152—165. Fünf unmittelbare Versuche des Herrn de Luc, um das Verhältniß der wahren Wärme zum 80theiligen Quecksilberthermometer zu bestimmen 186
§. 166—168. Man kann die wahre Wärme zwar nur in dem Zwischenraum vom Eis= bis zum Siedpunkt genau wissen, aber doch durch die geometrischen Progressionen weiter fortsetzen . . . 196
§. 169. Ob man den Thermometern eine Skale geben solle, welche die wahre Wärme anzeigt? . 199
§. 170. Das Quecksilberthermometer ist am geschicktesten, die wahre Wärme anzuzeigen . . 201

Das achte Kapitel.

Von der Empfindlichkeit der Thermometer.

§. 171. 172. Was verstehet man unter Empfindlichkeit? 203
§. 173. Mittel, die Empfindlichkeit der Thermometer zu bestimmen, und die damit verknüpften Schwierigkeiten 205

Seite

§. 174. Beschreibung der Thermometer, die zu den folgenden Versuchen gebraucht worden . . . 207

§. 175—177. Erster Versuch. Die Thermometer erkalten im Wasser bei augenblicklich abnehmender großer Wärme 209

§. 178—181. Zweiter und dritter Versuch, die Thermometer verloren die Wärme und nahmen sie an, nach und nach und in freier Luft . . . 210

§. 182. Des Herrn dú Crest Meinung von der Empfindlichkeit der Weingeist und Quecksilberthermometer 215

§. 183. Die Weingeistthermometer sind in freier Luft eben so empfindlich, als die Quecksilberthermometer 216

§. 184. 185. Das Quecksilberthermometer ist im Wasser, bei schnell abnehmender Wärme, noch so empfindlich, als das Weingeistthermometer . . . 218

§. 186. 187. Vierter Versuch. Ein Weingeistthermometer, dessen Kugel nur halb so dick ist, als die Kugel eines Quecksilberthermometers, ist im Wasser bei schnell abnehmender Wärme eben so empfindlich, als die Quecksilberthermometer . 219

§. 188. 189. Fünfter Versuch. Das Verhältniß der Empfindlichkeit des Weingeist= zum Quecksilberthermometer, bei plötzlich zunehmender Wärme . 221

§. 190-193. Sechster Versuch. Das Verhältniß des von Hrn. de Luc gebrauchten Weingeist= und Quecksilbertherm. 223

§. 194—198. Siebenter Versuch. Das Verhältniß des Weingeist= zum Quecksilberthermometer bei nicht großer, aber plötzlich abnehmender Wärme . 225

§. 199. 200. Achter Versuch. Das Weingeistthermometer ist auch im Wasser eben so empfindlich, als das Quecksilberthermometer, wenn die Wärme nur nicht auf einmal, sondern nach und nach ab= und zunimmt 228

§. 201—209. Regeln, die bei Vergleichung des Weingeist= mit dem Quecksilberthermometer beobachtet werden müssen 230

Das neunte Kapitel.

Von Vergleichung des Weingeistthermometers mit dem Quecksilberthermometer.

§. 210. Vortheile von den Weingeistthermometern . 238

§. 211. Mittel, das Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer übereinstimmend zu machen 239

Seite

§. 212—214. Hrn. du Crests, Hrn. de Luc's und meine Vergleichung des Weingeistes mit dem Quecksilber 239

§. 215. 216. Ursache, warum dieselben nicht vollkommen übereinstimmen 243

§. 217—230. Herrn Strohmeyers vorgebliche Vergleichungen des Weingeist- und Quecksilberthermometers werden angeführt und seine Behauptung widerlegt 246

Das zehnte Kapitel.

Vom Salmiakgeistthermometer.

§. 231—233. Ursachen, warum Salmiakgeist zu Thermometern zu wählen sei 258

§. 234. Verfertigung des Salmiakgeistes . . 260

§. 235. 236. Welche Gattung desselben zu Thermometern zu wählen sei 261

§. 237—240. Mittel, einen Salmiakgeist von der bestimmten Ausdehnung zu erhalten . . 262

§. 241. Das Färben des Salmiakgeistes . . 266

§. 242. 243. Das Verhältniß der Kugel und das Füllen der Thermometer mit Salmiakgeist . . 267

§. 244. 245. Mittel, die Salmiakgeistthermometer fähig zu machen, das siedende Wasser auszuhalten 268

§. 246—248. Vergleichung des Ganges des Salmiakgeistes mit dem Gange des Quecksilbers, um ersterem eine mit dem Quecksilberthermometer übereintreffende Skale zu geben . . . 269

Das eilfte Kapitel.

Von den verschiedenen Skalen oder Abtheilungen der Thermometer.

§. 249. Von den Quecksilber- und Weingeistthermometerskalen 274

§. 250. Das Florentiner Weingeistthermometer . 274

§. 251. - alte Londner — — — . 274

§. 252. - Thermometer des Herrn de la Hire . 275

§. 253. - — — - - de la Ville . 275

§. 254. - — — - - Amontons . 275

		Seite
§. 255.	Das Thermometer des Herrn Neuton .	276
§. 256.	- — — - - D. Hales .	276
§. 257.	- — — - - Fowler .	276
§. 258.	- — — - - du Crest .	276
§. 259.	- — — - - Fahrenheit .	277
§. 260—264.	Das Weingeistthermometer des Herrn von Reaumur	278
§. 265—268.	Fehler desselben	281
§. 269.	Ursprung des reaumurischen Quecksilberthermometers	284
§. 270.	Wiederherstellung des reaumurischen Weingeistthermometers durch Herrn de Luc . .	285
§. 271—273.	Wiederherstellung des reaumurischen Weingeistthermometers vom Verf. der memoires sur la reforme des Therm. . . , .	287
§. 274—75.	Dessen vorgeschlagenes Thermometer weicht beträchtlich von dem reaumurischen ab . .	289
§. 276.	Das de l'Islesche Thermometer . .	290
§. 277.	- Christinische — — . .	291
§. 278. 279.	Unbequemlichkeit und Fehler derjenigen Thermometer, deren Skalen nach dem Verhältniß der Ausdehnung ihres Flüssigen eingerichtet sind	291
§. 280.	Kunst, die Ausdehnung des Quecksilbers genau zu bestimmen	292
§. 281.	In großen Kugeln kann das Quecksilber nicht so gut von der Luft gereinigt werden, als in kleinen	294
§. 282.	Alles Quecksilber hat wahrscheinlich eine und ebendieselbe Ausdehnung	294
§. 283—85.	Eine kleine Kugel erweitert sich durch die Hitze verhältnißmäßig nicht mehr, als eine große	295
§. 286—289.	Mittel, den Wein- und Salmiakgeistthermometern eine Skale zu geben, daß sie mit dem Quecksilberthermometern übereinstimmen . .	298
§. 290.	— durch Anwendung eines Maaßstabs und der Regel de Tri	300
§. 291. 292.	— durch die de Lucsche Tabelle .	301

Nachtrag und Anhang.

Seite

§. 293. Von Vergleichung der Thermometer im Wasser 305

§. 294. Wie ist der wahre Barometerstand zu finden, wenn man in eine erhitzte Flüssigkeit das Thermometer nicht ganz einsenken kann . . . 306

§. 295. Von Vergleichung der Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer . . . 308

§. 296. Von Amontons Luftthermometer . . . 310

Das zwölfte Kapitel.

Das Überziehen des Bretts; das Zeichnen der Skale; das Lackiren des Bretts und den Gebrauch des Thermometers betreffend.

§. 297. Eigenschaft des Bretts . . . 323

§. 298. Das Ueberziehen desselben . . . 324

§. 299. 300. Das Zeichnen der Skale . . . 324

§. 301. 302. Leichtes Mittel, sehr kleine und Viertelsgrade richtig zu zeichnen 327

§. 303. Wie die Linien bequem und richtig gezogen werden können 329

§. 304. Einige der wichtigsten Beobachtungen, die mit dem Thermometer gemacht wurden . . 330

§. 305. Das Lackiren der Skale . . . 331

§. 306. Zubereitung des Lackfirnisses . . . 332

§. 307. Von der Befestigung der Röhren an das Brett 332

§. 308 Regeln beim Gebrauch des Thermometers zu Beobachtungen 333

§. 309. In welcher Lage das Thermometer zu brauchen sei 334

§. 310. Vom Nutzen der Thermometer . . 335

Nachtrag.

§. 311. Das Meerthermometer vom Herrn Sir . 337

§. 312. Durch ein Quecksilberthermometer kann man denselben Zweck erreichen 338

Einleitung.

§. 1.

Ein Thermometer ist ein Instrument, mit dem die verschiedenen Unterschiede der Wärme und Kälte gemessen und bestimmt werden können. Man kann es deßwegen, nach der teutschen Sprache, einen Wärmemesser nennen.

§. 2. Die Unterschiede der Wärme und Kälte können nicht anders gemessen werden, als durch die Äußerung einer gewissen Wirkung, welche die Kälte und Wärme hervorbringt, nämlich durch die Ausdehnung und Verdichtung gewisser Körper, die ihren Grund in dem Überschuß oder Mangel der Wärme hat.

§. 3. Die Erfahrung hat gelehrt, daß sich einige Körper mehr, andere weniger, durch die Kälte zusammen ziehen, und durch die Hitze ausdehnen. Die Metalle erfahren am wenigsten von dieser Veränderung, die Öle und Spiritus ein beträchtliches mehr; am meisten aber die Luft.

§. 4. Man hat diese Wirkung der Kälte und Wärme benutzt, und sie dazu angewendet, um die Wärme und Kälte selbst dadurch zu messen, und nach Graden zu bestimmen. Anfangs nahm man diejenige Materie hiezu, die durch Kälte und Wärme die größte Verdichtung und Ausdehnung leidet, nämlich die Luft.

Es ist noch streitig, ob Drebel oder Sanctorius der Erfinder dieses ersten Thermometers sei. Dieses bestund (siehe Tab. I. Fig. 2. a) aus einer langen Glasröhre, die an dem obern Ende B offen war, an dem untern aber eine Kugel A hatte, und bei der Kugel, auf Art der Barometer, krumm herumgebogen war. Ein Theil der Röhre und die Hälfte der Kugel wurde mit gefärbtem Wasser gefüllt. Die obere Hälfte der Kugel enthielt Luft, und diese verdichtete sich bei der Kälte, dehnte sich aber bei der Wärme aus. Dadurch mußte die Wassersäule fallen und steigen. Dieses Thermometer hatte den Fehler, daß das Wasser mit der Zeit ausdünstete, und die äußere Luft auf dasselbe, wie auf ein Barometer, bald mehr, bald weniger wirkte. Deßwegen war man nicht im Stande zu entscheiden, ob die Verlängerung oder Verkürzung der Wassersäule, von der Wärme und Kälte, oder von dem veränderten Druck der Luft herkomme.

Amontons suchte die Luftthermometer zu verbessern, und erfand ein anderes, in welchem eine eingeschlossene Luft, durch eine lange Quecksilbersäule gedrückt wurde. Allein sein Thermometer wurde sehr lang und unbequem. Dabei konnte er auch nicht verhüten, daß nicht die äußere Luft auf dasselbe, als wie auf ein Barometer, wirken sollte. Er wählte daher, anstatt der Luft, den Weingeist zu dem Thermometer. Die Akademie zu Florenz, Hr. von Reaumur und Hr. dü Crest thaten das nämliche.

Fahrenheit fiel, nachdem er zuvor Thermometer aus Salmiakgeist gemacht, auf den Gedanken, Quecksilber zu dem Thermometer zu gebrauchen; und Hr. de l'Isle folgte ihm hierin nach.

Als Hr. Amontons mit seinem Luft- und Weingeistthermometer beschäftigt war, hatte der berühmte Newton ein Thermometer aus Leinöl verfertigt.

Dieß ist die kurze Geschichte der Thermometer. Da die äußerliche Gestalt derselben allgemein bekannt ist, so hat man nicht nöthig, sie erst zu beschreiben (siehe fig. 1).

§. 5. Viel nöthiger ist es, einige allgemeine Eigenschaften anzuführen, die ein Thermometer an sich haben muß.

Erstens. Das Flüssige, welches zu einem Thermometer gebraucht werden soll, muß in einer Glasröhre befindlich und eingeschlossen seyn. Es werden Glasröhren erwählt, damit man den Stand des Flüssigen dadurch bemerken kann. Nun dürfte man zwar nur eine lange Röhre mit einem Flüssigen, großentheils anfüllen, so würde die Säule dieser flüssigen Materie sich durch die Kälte verkürzen und durch die Hitze ausdehnen. Allein der ganze Unterschied der Verdichtung und Ausdehnung des Flüssigen, könnte auf diese Art nicht viel betragen.

§. 6. Zweitens. Man hat daher an die Röhre eine Kugel oder Cylinder angebracht, damit man eine größere Masse von dem Flüssigen dazu gebrauchen könne, ohne die Röhre unnöthiger Weise zu verlängern. Wenn nun diese größere Masse des Flüssigen, sich in der Kugel zusammen ziehet oder ausdehnt, so wird der Unterschied merklich und groß genug, weil sich sowohl die Ausdehnung als auch Verdichtung der ganzen Masse des Flüssigen in der Kugel, in der engen Röhre, in welche das Flüssige von der Kugel hineingehet, offenbaret; — eine kleine Masse des Flüssigen aber, schon einen großen Raum in einer engen Röhre ausfüllt; folglich schon eine geringe

Verdichtung oder Ausdehnung des, in der Kugel befindlichen Flüssigen, in der Röhre einen merklichen Unterschied gibt.

§. 7. Drittens. Damit man sich darauf verlassen könne, daß, wenn sich in einem Thermometer das eingeschlossene Flüssige um einen, zween oder mehrere gleich abgetheilte Räume ausdehnet oder zusammenziehet, diese vergrößerten oder verminderten Räume, durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Flüssigen wirklich entstanden, und nicht durch eine ungleich weite Röhre, falsch angegeben werden; so dürfen zu Thermometern keine andern Röhren erwählt werden, als nur solche, die gleiche Weite haben. Es gibt falsche Röhren, die so stark konisch zulaufen, daß, wenn eine gewisse Quantität Quecksilber darein gefüllet wird, und dieses gegen dem einen Ende der Röhre, einen Raum von einem Zoll misset, eben dieses Quecksilber, an dem andern Ende, wohl zween Zoll Raum einnehmen kann. Es muß sich aber an jedem Ort der Röhre diese kleine Quecksilbersäule gleich bleiben, wenn ein Thermometer die Ausdehnung des Flüssigen richtig angeben soll.

§. 8. Viertens. Zu Thermometern muß eine flüßige Materie genommen werden, die 1) nicht leicht gefriert, sonst würde man einen großen Grad der Kälte nicht damit messen können. Folglich taugt das Wasser und Baumöl nicht hiezu, weil sich diese Flüssigkeiten leicht verdichten und gefrieren. Weingeist, gewisse Öle aus dem Pflanzenreich, z. B. Leinöl, Kamillenöl, Quendelöl u. dgl. mehrere, wie auch Quecksilber, bleiben bei einem ganz außerordentlichen Grad der Kälte noch flüssig. Diese können also zu Thermometern genommen werden.

2) Die flüßigen Materien, die zu Thermometern genommen werden sollen, müssen auch einen großen Grad der Hitze aushalten können. Die Öle halten einen grössern Grad der Hitze, als der Weingeist, der nicht viel mehr Hitze ausstehen kann, als die Hitze des siedenden Wassers. Das Quecksilber verträgt aber sogar die Hitze des schmelzenden Zinns. Folglich taugt der Weingeist wenigstens nicht zu denjenigen Thermometern, mit denen man einen sehr großen Grad der Wärme messen will.

3) Das Flüssige, das zu einem Thermometer genommen werden soll, muß nicht allzubald dem Verderben unterworfen seyn, weil ein Thermometer länger als ein Jahr dauern soll. Das Quecksilber ist in diesem Fall das dauerhafteste. Es dünstet nicht aus, verliert seine Güte nicht, und wenn die Thermometer wohl von der Luft gereinigt sind, so beschmutzt es sich auch nicht. Hingegen kann man dieses nicht von dem Weingeist sagen. Wenn er auch seine Kraft nicht verlieren sollte, so kann doch ein Theil seiner Geisterchen in den leeren Raum der Röhre hinaufsteigen. Ein gewisser und gewöhnlicher Fehler desselben ist, daß er seine Farbe entweder mit der Zeit großentheils verliert, oder selbe doch wenigstens an die Röhre ansetzt, und sie dadurch beschmutzt.

4) Das Flüssige, womit Thermometer gefüllt werden sollen, muß so beschaffen seyn, daß man sicher ist, man werde es allezeit von einerlei Güte und Beschaffenheit bekommen. Ein solches Flüssiges ist unstreitig das Quecksilber; so oft man noch in jeglichem Welttheile, seine Ausdehnung vom Eis- bis auf den Siedpunkt unter-

sucht hat, ist sie allezeit einerlei befunden worden. Aber beim Weingeist hält es schwer, ihn immer von einerlei Eigenschaft und Güte zu bekommen. Ist mehr oder weniger Phlegma darunter, so hat er eine andere Ausdehnung. Man bestimmt zwar seine Güte dadurch, daß man von ihm verlanget, er müsse, wenn man ihn über Schießpulver gießt und darauf anzündet, nach dem Abbrennen das Schießpulver anzünden. Indessen ist es öfters schwer, nur solchen Weingeist zu bekommen, der diese Eigenschaft besitzt. Dann ist auch derjenige Weingeist, der Pulver zündet, von verschiedener Güte, indem er noch mehr oder weniger Phlegma enthalten kann. Ich habe selbst die Ausdehnung etlicher Gattungen von Weingeist, deren jeder Pulver zündete, untersucht, und sie doch in ihrer Ausdehnung merklich verschieden gefunden. Herr de Luc fand das nämliche. Siehe dessen Untersuchung über die Beschaffenheit der Atmosphäre, §. 426 b. die Tafel, Columne 2 und 3.

5) Ein Flüssiges, welches geschickt seyn soll, die Wärme und Kälte zu messen, muß bei gleicher Vermehrung und Verminderung der Wärme auch ein gleiches Maas seiner Ausdehnung und Verdichtung behalten. Dieses ist eine Bedingniß, die jederzeit von den Naturforschern gefordert, aber erst vom Hrn. de Luc entschieden worden ist. Man bemerkte, wenn man an einem Weingeist- und Quecksilberthermometer den Eis- und Siedpunkt zeichnete, und den Zwischenraum zwischen diesen beiden Punkten, bei dem einen Thermometer wie bei dem andern, in eine gleiche Anzahl Grade eintheilte, daß alsdenn das Quecksilberthermometer sich bei einerlei Kälte

stärker zusammenziehe, als das Weingeistthermometer, hingegen in der Wärme das Weingeistthermometer bei einerlei Wärme sich stärker ausdehne, als das Quecksilberthermometer. Der eine behauptete nun, der Weingeist dehne sich ungleich aus, und der andere beschuldigte das Quecksilber dieses Fehlers. Ein jeder hatte Recht, weil kein Maasstab da war, nach welchem man das Regelmäßige oder Unregelmäßige in der Ausdehnung oder Verdichtung des einen oder des andern bestimmen könnte. Endlich hat Hr. de Luc diesen wichtigen Streit entschieden, und hat gefunden, daß das Quecksilber, bei gleichen Unterschieden der Wärme und Kälte, immer noch eine gleich starke Ausdehnung oder Verdichtung bekomme; hingegen hat er bemerkt, daß alle Öle und der Weingeist, wenn sich die Wärme nach gleichen Graden vermindert, keine gleich starke Verdichtung erhalten, sondern daß selbige anfangs am stärksten sei, und bei abnehmender Wärme immer geringer werde. Die Art, wie er dieses gefunden, wird in seiner Untersuchung ꝛc. §. 422 u. folg. umständlich beschrieben. Kürzlich bestund das Verfahren darin: er hat gewisse Theile heißes und kaltes Wasser, z. E. einen Theil kaltes und einen Theil warmes Wasser, von dem das erstere + 5, 2, und das andere + 75 Grad des Reaumurischen Thermometers warm war, mit einander vermischt. Diese Vermischung sollte eine mittlere Wärme von 40, 1 Graden geben, denn

$$5,2 + \frac{(75-5,2)}{2} = 40,1.$$

Wenn nun in dieses vermischte Wasser das Quecksilberthermometer gestellt wurde, so kam es noch am näch-

sten zu demjenigen Grad der Wärme, welchen das vermischte Wasser nach der Rechnung haben mußte. Es zeigte 39, 3. Grad. Das Weingeist- und die Ölthermometer hingegen zeigten in diesem Wasser einen weit geringeren Grad der Wärme, als das Wasser wirklich hatte. Z. B. Das Weingeistthermometer kam nur auf den 34, 4 Grad. Nachdem Hr. de Luc dadurch versichert war, daß das Quecksilberthermometer den wahren Grad der Wärme und Kälte am genauesten bestimme; so hat er die Öl- und Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer verglichen und dadurch gefunden, daß, wenn man von der Wärme des siedenden Wassers anfängt und diese Thermometer, die mit dem Quecksilberthermometer von dem Eis- bis zum Siedpunkt in gleich viele Grade abgetheilt waren, mit dem Quecksilberthermometer vergleicht, die Öle und der Weingeist sich anfangs weit mehr verdichte oder zusammenziehe, als das Quecksilber; daß aber alsdann, wenn die Wärme gegen und unter den Eispunkt kommt, der Weingeist und die Öle sich weit weniger verdichten oder zusammenziehen, als das Quecksilber. Da nun der Weingeist und die Öle, bei einerlei Vermehrung und Verminderung der Wärme, ungleiche Maaße ihrer Ausdehnung und Verdichtung bekommen, so können sie die wahre Wärme nicht richtig angeben, es sei denn, daß man sie nach den Quecksilberthermometern vergleiche, und mit ihnen harmonisch mache. Das Quecksilber bleibt also das vorzüglichste Flüssige, welches zu den Thermometern genommen werden muß. Ich werde im zweiten Kapitel noch etwas von dieser Materie berühren.

§. 9. Fünftens. Ein Thermometer muß, wenn es recht soll benutzt werden können, eine schickliche Abtheilung

nach gewissen Graden haben. Wollte man ein Thermometer nur zu seinem eigenen Gebrauch verfertigen, so könnte man daran eine Abtheilung nach Wohlgefallen anbringen. Aber, wenn nur zwei Thermometer, bei einerlei Wärme und Kälte, auch einerlei Grad angeben; ja noch mehr, — wenn alle Thermometer, die hie und da in der Welt verfertiget werden, und nach denen die Naturforscher einander ihre Beobachtungen mittheilen, so zusammentreffen sollen, daß, wenn sie neben einander hingestellet würden, sie alle auf einem Grad und Punkt stünden, — — wenn dieses geschehen soll, wie es auch seyn muß, wenn man einander verstehen will; so ist nöthig, daß an jedem Thermometer zwei feste Punkte bestimmt werden, auf welche das Ende der Thermometersäule jederzeit fällt, wenn das Thermometer in eine gewisse angegebene und allgemein angenommene erkältete oder erwärmte Materie gebracht wird. Um nun diese zwei festen Punkte zu bekommen, muß man zweierlei Temperaturen haben, die unter einerlei und eben denselben Umständen sich allezeit gleich bleiben. — Die Erfahrung allein mußte angeben, wo und unter welchen Umständen zwei Temperaturen anzutreffen seien, von denen jede sich allezeit gleich bleibt. Man hat nun befunden, daß das siedende Wasser, bei gleicher Schwere der Luft, auch immer einerlei Hitze habe. Ferner, daß das schmelzende Eis oder Schnee, ingleichen das Wasser, welches sich in der Höhlung eines Eises befindet, allezeit einerlei Grad der Kälte in sich habe. Man hat noch weiter wahrgenommen, daß wenn man mit zerstoßenem Eis oder Schnee, Salz oder Salpeter oder Salmiak u. dgl. vermenget, dadurch die Kälte vermehret werde und zwar,

daß jede Salzart allezeit ein und dieselbe Kälte hervorbringe. Dann hat man noch gefunden, daß der menschliche Körper, und die Körper der Thiere, immer einerlei Wärme behalten; und endlich, daß in einer großen Tiefe unter dem Erdboden einerlei Temperatur angetroffen werde.

Wer jede von diesen Bemerkungen zuerst gemacht, wird schwer zu bestimmen seyn. Fahrenheit benutzte zuerst den Punkt des siedenden Wassers, und merkte, daß selbiges unter einerlei Schwere der Luft kochen müsse, wenn es einerlei Hitze bekommen solle; er erfand auch den Eispunkt, durch die künstliche Kälte mit Salmiak und Eis. Herr von Reaumur gab sich mit Untersuchung des Punktes ab, den das gefrorne Wasser angibt, und fand durch Erfahrungen, daß ein gesunder menschlicher oder thierischer Körper immer einerlei Wärme besitze. Herr dü Crest untersuchte die Temperatur, welche die Erde in ihrer Tiefe hat, und will sie sehr übereinstimmend und beständig gefunden haben.

§. 10. Da zwei, sich jederzeit vollkommen gleichbleibende Temperaturen, an jedem Thermometer zur Basis bemerkt werden müssen, so fragt sich, welche Temperatur man hiezu erwählen soll. Wenn man die Sache ohne Vorurtheile betrachtet, so denke ich, es werde diese Frage leicht zu entscheiden seyn. Erstens, die zwei Temperaturen, die man erwählen will, müssen leicht zu erhalten seyn. Nichts aber ist leichter zu bekommen, als siedendes Wasser und schmelzendes Eis. Die Temperatur der Erde ist schon schwerer zu finden, da man selten in tiefe unterirdische Höhlen hinabzusteigen Gelegenheit oder guten Willen hat. Zweitens muß man diejenige Temperaturen wählen, die allezeit sehr genau einerlei Wärme und Kälte angeben.

Diese Eigenschaft hat man nun, wie in der Folge bewiesen werden wird, ebenfalls an dem siedenden Wasser und schmelzendem Eis bemerkt, da hingegen die Wärme des menschlichen Körpers und der Erde, ingleichen die Kälte eines Gemenges von Eis und Salz, nicht allzeit vollkommen gleich gefunden wird. Drittens müssen die zwei Temperaturen etwas weit von einander entfernt seyn, damit, wenn ja ein kleiner Fehler bei Bemerkung derselben an den Thermometern vorgehen sollte, der Fehler doch unmerklich werde, wenn er an dem Thermometer in einem gewissen Raum ausgetheilt wird. Siedendes Wasser und schmelzendes Eis geben zwei Punkte an dem Thermometer an, die weit genug von einander liegen. Deßwegen sind auch diese zwei Punkte von sehr vielen Naturforschern zu den zwei festen Punkten des Thermometers angenommen worden. — — Ich denke, man könne viertens hiebei noch fordern, daß man sich in diesem Punkt auch nach andern richte; da die Thermometer dazu bestimmt sind, daß man die damit, über die Kälte und Wärme gemachten Beobachtungen andern mittheilen könne.

§. 11. Man möchte denken, es sei am natürlichsten, zu den festen Punkten des Thermometers, den Grad der größten Hitze und der größten Kälte, oder den gänzlichen Mangel der Wärme anzunehmen. Allein dieses ist unmöglich. Die erste Ursache ist, weil man die größte Hitze und die größte Kälte gar nicht einmal kennt. Es gibt eine Hitze, die Steine zu Glas schmelzet, und eine Kälte, die das Quecksilber zum Gefrieren bringt. Und doch ist es wahrscheinlich, daß es eine noch größere Hitze und Kälte geben könne. Der Herr von Tschirnhausen soll mit seinem

Brennspiegel sogar Diamanten geschmolzen haben. Das Größte einer Sache ist entweder außerordentlich schwer, oder gar nicht zu bestimmen. Der zweite Grund, daß die größte Hitze und Kälte, wenn man sie auch kennen würde, nicht zu festen Punkten der Thermometer gebraucht werden, können, liegt darin, weil kein Thermometer im Stande ist, dieselben auszuhalten. Das Quecksilber gefriert bei einer Kälte, die uns bereits bekannt und vielleicht noch nicht die größte ist, und von derjenigen Hitze, die wir als die größte kennen, werden Metalle und Steine geschmolzen. Wenn man daher die Thermometer auch aus Metallen verfertigen wollte, so würden sie doch durch die größte Hitze zerstöret werden.

§. 12. Wenn an einem Thermometer zwei feste Punkte, von zwei verschiedenen, sich selbst aber gleichbleibenden Temperaturen bezeichnet sind, so muß der dazwischen liegende Raum, in eine gewisse Anzahl kleiner Theile oder Grade, abgetheilet werden. Hätte man ein Thermometer nur zu seinem eigenen Gebrauch, so könnte man diesen, zwischen den zwei festen Punkten liegenden Raum, nach seiner Willkühr, in viele oder wenige Grade abtheilen. Da uns aber daran liegt, daß wir die, von andern Naturforschern mit dem Thermometer gemachten Beobachtungen verstehen, und daß auch wir die unsrigen andern mittheilen können, so muß man sich in Erwählung der Abtheilung des Thermometers nach andern richten und die einmal angenommenen beibehalten. Es ist ja ohnehin ganz gleichgültig, ob man diese oder jene Skale erwähle und nach derselben beobachte. Wie gut wäre es deßwegen, wenn alle Thermometerliebhaber dieses beherzigten, und zu den Thermometern nur

eine einzige, nämlich die schon am meisten übliche Reaumursche Skale annehmen möchten. Es gehört ein geringer Grad eines erfinderischen Genies dazu, um in einer Stunde etliche neue Skalen für das Thermometer zu erfinden.

§. 13. Es gibt eine gewisse Gattung von Thermometern, die aus Metall verfertigt und bestimmt sind, einen Grad der Hitze zu messen, welchen die andern Thermometer nicht mehr aushalten können. Man nennt sie Pyrometer. Da sie nicht zum gemeinen Gebrauch, sondern zu physikalischen Untersuchungen der Stärke des Feuers, oder Messung der Ausdehnung der Metalle selbst, bestimmt sind; so werde ich sie in meiner Abhandlung nicht besonders beschreiben. Die Gelehrten kennen sie aus Herrn Muschenbröcks Physik. Man sehe auch Hrn. Dom. Beck Inst. Phys. Part. 2. §. 15. Weil aber doch auch Laien in dieser Kunst, sie vielleicht ein wenig möchten kennen lernen, so will ich in dieser Einleitung nur noch ein paar Worte davon reden.

Es wird ein Stäbchen von Metall, z. E. Messing, Kupfer, Eisen ꝛc. dergestalt in eine Maschine befestigt, daß man unter dieses metallene Stäbchen oder Stänglein Feuer anbringen kann. Wenn dieses metallene Stänglein sich durch die Hitze verlängert, so ist die Einrichtung also gemacht, daß ein kleines Räderwerk dadurch getrieben wird; auf dem letzten Rädchen steht ein Zeiger, welcher dann durch die Grade, die Verlängerung des metallenen Stäbchens, hundert oder auch, nach Beschaffenheit des Räderwerks, noch mehrmal größer angibt, als sie wirklich ist.

Ich erinnere mich, irgendwo ein anderes metallenes Thermometer von sehr einfacher Einrichtung, und zum gemeinen Gebrauch bestimmt, gesehen zu haben. Ob es

gleich keine merkliche Veränderungen zeigen kann, so will ich es doch nicht ganz übergehen. Ein eisernes Stänglein, drei Schuh lang und drei Linien dick, war senkrecht an zwei Balken der Wand, oder eine Mauer, dergestalt befestiget, daß es mit seinem untern Ende unbeweglich fest stehet, an seinem obern Ende aber mit einem Klämmerchen dergestalt befestigt ist, daß es nicht aus seiner Richtung kommen, aber dennoch sich darin ein wenig in die Länge verrücken kann. Oben über die Quere liegt auf diesem Stänglein ein anderes von der nämlichen Länge; so daß diese zwei Stänglein ungefähr einen Winkelhaaken vorstellen, oder vielmehr einen stumpfen Winkel ausmachen. Dieses oben querüber liegende Stänglein kommt aber nicht mit seiner Mitte auf das senkrecht stehende Stänglein zu liegen, sondern etwa ein paar Zoll von seinem einen Ende herein. Deßwegen muß dessen äußerstes Ende durchbohrt und mit einem Stift, in welchem sich das Stänglein noch wohl bewegen kann, in die Wand befestigt werden. Gegen das andere Ende des Stäbchens wird eine Klammer über dasselbe in die Wand geschlagen, damit es nicht von der Wand wegfallen, aber sich doch frei darin bewegen kann. Bei diesem Ende lauft das Stäbchen in eine Spitze zu, und diese zeigt auf einen Octanten, welcher auf die Wand gezeichnet ist. Verlängert sich nun das senkrecht stehende Stäblein durch die Hitze, so hebt es das auf ihm quer liegende Stäbchen ein wenig in die Höhe; und weil dieses von einerlei Länge ist, so zeigt es an dem Octanten die Verlängerung des senkrechten Stäbchens auf eine noch merklichere Weise.

Das erste Kapitel.

Von den Röhren und den Gefäßen derselben.

§. 14.

Die Röhre ist das erste, das man zu einem Thermometer haben muß. Man bekommt dieselben bekanntlich von den Glashütten. Ob es nun gleich sehr gleichgültig scheinen möchte, ob sie lang oder kurz, von grünlichtem oder weißem, von dickem oder dünnem Glase gemacht seien; so haben doch diese Nebendinge öfters einen Einfluß auf die Hauptsache.

Das weiße, noch mehr aber das röthliche Glas springt gerne, wenn es in die Flamme, bisweilen sogar, wenn es etwas kalt in siedendes Wasser gebracht wird. Es ist auch etwas schwer zum Schmelzen und Aufblasen zu bringen. Das grünliche ist gut zu schmelzen und springt nicht leicht. Deßwegen ist es vorzüglicher.

Wann die Glasmasse an den Röhren zu stark ist, springen die Röhren nicht nur gerne, wenn sie in die Flammen und kalt in siedendes Wasser kommen, sondern sehen auch unförmlich aus.

Die innere Weite der Röhren zu Weingeistthermometern sollte höchstens nicht über eine halbe Linie, und zu Quecksilberthermometern nicht über ein Viertel einer Linie seyn. Der Durchmesser der Haarröhren ist wegen seiner Feinheit nicht nach dem Maaß zu bestimmen.

Der mittlere Theil der Röhren, die auf der Hütte verfertigt werden, ist sehr oft der beste. Er hat gemeiniglich ein Stück, welches gleiche Weite hat. Man wird daher von der Glashütte immer gute Röhren bekommen, wenn man sie zehn bis zwanzig Schuh lang ziehen und zu vier oder fünf Schuh langen Stücken zerschneiden läßt. Auf manchen Hütten hat man die üble Gewohnheit, die Röhren überhaupt nicht länger als vier bis fünf Schuh lang zu ziehen. Von dergleichen Sorten kann man sich freilich nicht viel Gutes versprechen.

Weil sich leichtlich Staub in die Röhren ziehet, wenn sie nach dem Blasen nicht bald gebraucht werden, so muß man, um dieses zu vermeiden, die Röhren, wenn sie noch glühend sind, auf der Hütte gleich an beiden Enden zusammendrücken lassen. Dann kann man sie, so lange man will, sicher aufbewahren. Diese Vorsicht ist sonderlich bei denjenigen Röhren nöthig, die zu Quecksilberthermometern gebraucht werden sollen.

§. 15. Zu Thermometern dürfen keine andern Röhren genommen werden, als solche, die durchaus gleiche Weiten oder Durchmesser haben. Man muß deßwegen sie kalibriren oder untersuchen, ob sie diese Eigenschaft haben. Herr dü Crest ist, soviel mir bekannt, der erste, der eine leichte Art, dieses zu bewerkstelligen, erfunden hat. Weil Anfängern auch Kleinigkeiten wichtig sind, so will ich diese Methode umständlich beschreiben.

Man bricht erstlich die von der Hütte zugeschmolzen gekommene Röhren auf beiden Enden auf. Wenn man da, wo man die Röhre abbrechen will, mit einem scharfen Feuerstein einen Riß herum macht, die Röhre fest auf

den Tisch hält, den gemachten Riß scharf an das Ende desselben hinlegt, und auf das hinaussehende Ende der Röhre drückt oder schlägt, so springt die Röhre gerade ab.

Ist die Röhre an beiden Enden offen, so stellt man das eine Ende derselben in reines Quecksilber, und saugt an dem andern Ende, dadurch tritt eine Quecksilbersäule in dieselbe. Hr. Strohmeyer nimmt einen Glascylinder ungefähr 10 Zoll lang, schmelzt ihn an dem einen Ende zu, füllt ihn halb mit Quecksilber an, stößt hierauf das eine Ende der Röhre in dieses Quecksilber, hält das andere Ende der Röhre fest zu, so bleibt, als wie in einem Heber, eine Quecksilbersäule darin hängen. Es muß aber eine Säule von 8—10 Zollen in der Röhre seyn, sonst fällt sie, bis man die Thermometerröhre aus dem Cylinder herausbringt, vermöge ihrer Schwere größtentheils wieder heraus. Es ist diese Methode vorzüglicher, als die erste. Denn dadurch kommt keine Feuchtigkeit aus dem Munde in die Röhre. Der Fehler ist aber nur, daß sich diese Methode da, wo sie am nöthigsten ist, nämlich bei den engen, zu Quecksilberthermometern bestimmten Röhren, welche weniger Feuchtigkeit vertragen, als die Weingeistthermometerröhren, nicht anwenden läßt. Denn in die engen Haarröhren tritt kein Quecksilber, wenn man sie gleich in den, mit Quecksilber angefüllten Cylinder stößt. Man hat öfters Mühe genug, durch Saugen etwas Quecksilber in dieselben zu ziehen.

§. 16. Hat man eine Quecksilbersäule in der Röhre, so läßt man so viel wieder von ihr heraus laufen, daß die Säule nur 2 Zoll lang bleibt. Man zeichnet eine Linie auf ein Papier, theilt sie in sehr kleine Grade ein,

und bemerkt, wie viele Grade die Quecksilbersäule mißt. Dann läßt man die Säule in der Röhre weiter laufen und bemerkt, ob sie noch immer das nämliche Maaß behält. Verlängert sie sich, so ist die Röhre enger: verkürzt sich aber die Säule, so ist die Röhre weiter, folglich ungleich. Findet man nun ein Stück der Röhre, darin die Quecksilbersäule einerlei Maaß behält, so ist sie gleich weit; und man muß dieses gleiche Stück der Röhre mit zwei Fäden bezeichnen, dann herausbrechen.

Man muß aber bei diesem Geschäft sehr sorgfältig zu Werk gehen, das Maaß sehr scharf nehmen, und die Quecksilbersäule verschiedenemal in der Röhre hin und her laufen lassen, weil man sich leicht betrügen kann. Dabei ist noch ein anderer Umstand zu merken. Wenn man die Säule, womit man kalibrirt, etwas lang nimmt, so wird ein kleiner Fehler, welchen die Röhre in ihrer gleichen Weite hat, schon merklich. Man kann aber dadurch in einen andern, weit schädlichern Irrthum verfallen. Die Röhren ändern sich öfters in ihrer Weite sehr schnell; werden augenblicklich weiter, dann enger, und kommen darauf wieder zu ihrer ersten Weite. Nimmt man nun zum kalibriren eine lange Quecksilbersäule, so hebt sich die plötzliche Erweiterung und Verengerung der Röhre gegen einander auf, und man kann den Fehler nicht bemerken. Eine kurze Quecksilbersäule hingegen gibt diesen Fehler an. Ich kalibrire deßwegen meine Röhren, besonders diejenigen, die ich gerne von vollkommener Richtigkeit haben möchte, zweimahl; einmal mit einer langen und das anderemal mit einer kurzen Quecksilbersäule.

Vom Glasblasen.

§. 17. An eine, auf solche Weise kalibrirte Röhre muß ein Gefäß angeschmolzen werden. Wer also Thermometer machen will, muß die Kunst des Glasblasens verstehen.

Erstes Verfahren.

Die Kunst ist so groß nicht, besonders wenn man einmal Gelegenheit hat, das Verfahren dabei genau zu beobachten.

Zum Glasblasen gehört:

1) eine Lampe mit einem starken Docht von gesponnener Baumwolle und eine Löthröhre; die Lampe fülle man mit zerschmolzenen Talk oder Unschlitt, welches keinen so starken Dampf gibt, wie das Baumöl.

2) ein Blastischchen, welches Tab. II. fig. 5 abgebildet ist. Ohne weitläufige Beschreibung wird man schon aus der Abbildung entnehmen können, wie solches verfertiget und angewendet werden muß. a ist ein einfaches Tischchen mit vier Pfosten, unten mit Querleisten verbunden; c ein doppelter Blasbalg, welcher an zwei Leisten mitten unter dem Tisch befestiget ist; von diesem geht ein blechernes Rohr aufwärts durch den Tisch bis zur Lampe, die auf demselben steht, welches oben gekrümmt conisch zugeht, damit man ein feines Glasröhrchen, vorne zugespitzt, daran stecken kann, um die Lampe d gehörig anzublasen, bis man die richtige Flamme erhält; f ist der Tritt, welcher bei g an den Blasbalg mit einem Gelenk angemacht ist, und auf einem Querholz, welches in Stif-

ten an den untern Leisten sich bewegt, wenn man vorne bei h darauf tritt.

Das Glasröhrchen befestige ich vermittelst eines kleinen ledernen Schlauchs an die blecherne Röhre und zwänge das Glasröhrchen in eine hölzerne Gabel, die auf den Tisch gesteckt wird, wie beim Gebrauch der Löthröhre gewöhnlich ist; folglich kann ich auch bei Anwendung des Blasbalges die Röhre nach Erforderniß neigen und die Flamme leicht auf das Beste zu Stande bringen. Da dieser Vortheil gewonnen ist, so kann man nun durch den Blasbalg nicht nur das Blasen mit dem Munde ersparen, sondern auch, da der Blasbalg mehr Luft als die Lunge gibt, in gleicher Zeit drei- bis viermal so viel Glas blasen, als mit dem Munde.

Die Hauptvortheile bei Anwendung dieser Theile sind: den Docht in der Mitte zu theilen, ihn immer gehörig zu säubern, hinlänglich Talk in der Lampe zu erhalten, die Löthröhre in gehörige Entfernung von der Flamme zu stellen, damit man eine lange, nicht flatternde, in geraden Streifen fortlaufende bläulichtrothe, gegen das Ende spitzige, und, daß ich mich so ausdrücke, schneidende Flamme zu Stande bringe.

Die Löthröhre muß man auch so zu stellen und ihr eine solche Spitze zu geben wissen, daß sie nur wenig mehr Wind braucht, als eine Flöte. Man kann sich bald gewöhnen, ununterbrochen fort zu blasen und beständig nur durch die Nase Odem zu schöpfen. Die Röhren müssen nach und nach in die Flamme gebracht und so lange darin langsam herum gedrehet werden, bis sie weißlicht lühen, dann sind sie leicht aufzublasen.

In neuester Zeit bedient man sich auch der Äolipel oder Dampfkugeln zum Anblasen der Flamme, um Glas oder Email zu schmelzen. Tab. II. fig. 4 ist sie abgebildet, a ein Gehäus von Blech in der Weite, daß oben die Dampfkugel nicht ganz die Hälfte hineingeht, dasselbe hat seitwärts eine Öffnung, um eine brennende Lampe b hineinzusetzen, der andere Theil c ist ein Fuß, um die Schmelzlampe darauf zu setzen, damit sie, wenn die inwendige Lampe angezündet und die Dampfkugel, welche mit ein paar Löffelvoll Spiritus vini gefüllt aufgesetzt wird, von den herausfahrenden Dünsten angeblasen, in eine schmelzende Hitze gebracht wird, wodurch das Glas in kurzer Zeit in Fluß kommt.

Zweites Verfahren.

Mit großem Vortheil bediente ich mich auch mehrere Jahre eines Werkzeuges zum Aufblasen der Kugeln, deren Gebrauch sehr einfach, wohlfeil und faßlich ist.

Tab. II. fig. 5 ist sie vorgestellt. A ist eine starke Rindsblase. Man muß sich dieselbe noch roh geben lassen, und dann nicht stark aufblasen. Dadurch erhält man, daß sie klein bleibt und sehr stark wird. Ist sie getrocknet, so bestreicht man sie mit Schweinefett. Ist dieses etwas eingedrungen, so läßt man Luft in die Blase und reibt sie dann mit den Händen so lange, bis sie ganz gelinde wird. Dadurch wird sie nicht nur gut zu behandeln, sondern auch sehr dauerhaft. Man schneidet darauf das Fett, welches an ihr hängt, und ihren Hals ab.

Nun läßt man sich zwei hölzerne Röhrchen B und C vom Dreher verfertigen. Sie sind der Länge nach durch-

bohrt, nur muß man sorgen, daß die Löcher regelmäßig rund gemacht werden. Und weil jedesmal der Anfang eines Lochs etwas weiter wird, so muß man die Röhrchen etwas länger machen lassen und am Ende ungefähr ½ Zoll davon abscheiden. Das Röhrchen C bekommt ein etwas weiteres Loch, damit ein Korkstöpselchen D eingedreht werden könne. Das Loch aber vom Röhrchen B wird so weit, daß die Glasröhre f, um welche bei C ein Streifchen Papier gewickelt wird, fest darin stecke. Bei g g, g g bekommen die Röhrchen ein Stäbchen und daneben auf beiden Seiten ein paar ganz kleine Hohlkehlchen eingedreht.

Wenn von der Blase der Hals abgeschnitten, so macht man auf der Gegenseite, gerade gegenüber, einen Einschnitt in dieselbe, und bindet die Blase bei g g, g g auf die Röhrchen so fest, als man kann. Die Blase bekommt hiebei an dem Ort der Zusammenfügung Falten, aber diese schaden nichts. Endlich bestreicht man die Zusammenfügungen äußerlich mit einem guten Tischlerleim. Innerlich darf die Blase nicht mit Leim bestrichen werden, weil sie davon hornartig und brüchig werden würde.

Der Gebrauch von diesem Werkzeug ist sehr leicht. Das eine Ende der Glasröhre f, an welche eine Kugel geblasen werden soll, macht man mit dem Munde etwas feucht und windet dann ein Streifchen Papier E um sie. Den umwundenen Theil steckt oder drehet man in das Röhrchen B. Blos dieses Papier ist im Stande, die Luft genug zu verschließen, und man hat nicht nöthig, die Röhre einzukitten.

Wenn das gegenseitige Ende der Glasröhre zugeschmolzen, so bläst man durch das Röhrchen C die Blase auf, und verschließt sie dann mit dem Stöpsel D. Nun macht man die Röhre glühend; dann legt man die Blase auf einen Tisch und drückt auf dieselbe; so wird an der Glasröhre eine Kugel aufgeblasen.

Hat man etlichemal auf die Blase gedrückt, so gehet an einem oder dem andern Ort die Luft aus, und die Blase wird etwas ausgeleert. Allein dieses schadet nichts. Denn theils kann man sie durch die Öffnung D wieder anfüllen, theils kann man noch immer die Kugel aufblasen, wenn nur noch so viel Luft in der Blase ist, daß man sie drücken kann.

§. 18. Dieses Verfahren ist sehr bequem und vortheilhaft. 1) Schonet man dadurch die Brust. 2) Kann man durch das Zusammendrücken der Blase eine weit stärkere Wirkung hervorbringen, als durch das Blasen mit dem Munde. 3) Kommt durch dieses Verfahren keine Feuchtigkeit in die Röhre, welches bei dem Aufblasen der Kugeln mit dem Munde nicht zu vermeiden, welches aber sonderlich für die Quecksilberthermometer sehr nachtheilig ist. 4) Hat man beim Zusammendrücken der Blase die Stärke der Luft besser in seiner Gewalt, als wenn man mit dem Munde bläst; und man kann die Kugel genau von benöthigter Größe machen, sonderlich wenn man neben die aufzublasende Kugel eine Probekugel hält. Siehe §. 21.

Um allen Verdacht von mir abzuwenden, als ob ich eine fremde Erfahrung mir zueignete, muß ich bemerken, daß Hr. v. Magellan in seiner Beschreibung neuer Barometer rc. anführt, man bediene sich in England zum

Aufblasen der Glaskugeln eines etwas großen Fläschchens von elastischem Harz auf eben die Art, wie ich meine Blase gebrauche. Ich könnte zwar durch einige meiner Freunde beweisen, daß ich schon ein Jahr zuvor, ehe die Magellanische Schrift herauskam, meine Blase erfunden und gebraucht hatte. Allein die Erfindung ist sehr geringe und nicht werth, daß man um die Ehre, sie gemacht zu haben, streite. Blos dadurch, daß man durch Mittheilung derselben andern nützlich wird, macht man sich Verdienste. Indessen würde doch meine Blase den elastischen Fläschchen vorzuziehen seyn, da sie leichter als diese anzuschaffen und bequemer zusammenzudrücken ist.

Drittes Verfahren.

Einer meiner Freunde, ein benachbarter Geistlicher, bekam durch mich Lust, Thermometer zu machen. Ich lernte ihm zwar meine Methode, mit einer Blase die Kugeln aufzublasen. Aber er besaß kein Blastischchen, und mit dem Munde zu blasen, litte seine Gesundheit nicht. Die Lust und Bedürfniß macht Erfindungen. Er verfiel daher auf den Gedanken, ein Werkzeug, welches jenem, das ich §. 17 beschrieben habe, vollkommen gleich war, zu verfertigen. Nur nahm er eine sehr große Ochsenblase dazu. Die Röhre der Blase schnitte er nicht ab, sondern steckte, so lange sie noch frisch und unaufgeblasen war, ein hölzernes Röhrchen hinein und band es fest an. An die Gegenseite der Blase machte er, nachdem die Blase aufgeblasen war, einen Einschnitt, und setzte ebenfalls ein hölzernes Röhrchen ein. Nun band er an das eine hölzerne Röhrchen einen engen Rinds-

darm und an das andere Ende desselben ein zugespiztes Glasröhrchen. Dieses aber zwängte er, wie bei der Löthröhre gewöhnlich ist, in eine vor der Lampe gesteckte hölzerne Gabel. Nun füllte er durch das hintere Röhrchen die Blase mit Luft, verschloß sie, nahm sie unter seinen linken Arm und drückte sie nach Bedürfniß zusammen. Die Luft blies also durch das zugespizte Glasröhrchen in die Flamme, und ob mein Freund gleich erst ein Anfänger im Glasblasen war, so versicherte er mich doch nach kurzer Zeit, daß er mit einer einzigen Blase voll Luft eine Thermometerkugel gänzlich zu Stande bringen könne. Und wirklich hatte er nach einigen Wochen eine ziemliche Anzahl Thermometer verfertigt.

§. 19. An die Thermometerröhren werden entweder Kugeln oder Cylinder angeschmolzen. Die erstern bläst man gleich an der Thermometerröhre selbst auf. Die Cylinder aber müssen von einer weiten Röhre, die ein dünnes Glas hat, genommen, und an die Thermometerröhre angeschmolzen werden. Es gehört schon einige Übung dazu, bis man lernt, die Cylinder gut und schön an die Röhren zu schmelzen. Um dieses zu bewerkstelligen, müssen erstlich die Cylinder und Röhren von einerlei Glasart seyn. Das Anschmelzen geschieht dann auf folgende Art. Man schmelzt die Thermometerröhre an dem entgegengesetzten Ende zu. Das Stückchen der weiten Röhre, welche den Cylinder gibt, muß an demjenigen Ende, wo es an die Thermometerröhre geschmolzen werden soll, schön gleich und gerade abgesprengt seyn. Eben dieses muß sich auch an der Röhre befinden. Das andere Ende des Cylinders, der etwas länger gelassen werden muß, als man

ihn nöthig hat, muß in eine ungefähr 2 Zoll lange Spitze, die aber noch wenigstens so dick bleibt, als eine dünne Thermometerröhre, ausgezogen werden und offen bleiben. Nun bringt man den Cylinder mit seinem äußersten Ende, wo er angeschmolzen werden soll, in die Flamme, und läßt ihn bei langsamen Umdrehen glühen. Seine weite Öffnung wird bald anfangen enger zu werden, indem sich das Glas in Gestalt eines Gewölbes zusammenzieht. Ehe noch gar die Öffnung so enge wird, als die Thermometerröhre dick ist, muß man auch das Ende der Thermometerröhre, an welche der Cylinder angeschmolzen werden soll, mit der linken Hand in die Flamme bringen und etwas weniges glühen lassen. Glühet nun das Ende des Cylinders und der Röhre, so setzt man in der Flamme diese beiden Enden zusammen. Hiebei kommt alles darauf an, daß diese beiden Röhren in recht gerader Linie zusammengesetzt werden. Man bringt dann den Ort, wo die Zusammensetzung geschehen, etwas gegen die Spitze der Flamme, damit nur bloß der Ort der Zusammensetzung glühend erhalten werde und fest zusammen schmelze. Dabei muß man die Röhre und den Cylinder beständig, aber mit Gelindigkeit, in der Flamme herumdrehen. Weil der Ort, wo die Röhre und der Cylinder zusammengesetzt ist, glüht und dadurch etwas zusammenfällt, so muß man öfters das Thermometer aus der Flamme nehmen und durch die untere Spitze des Cylinders ihn wieder aufblasen. Damit muß man so lange fortfahren, bis der Cylinder und die Röhre dergestalt zusammengeschmolzen sind, daß man glauben sollte, sie wären von jeher nur aus einem Stück bestanden. Am Ende wird die untere Spitze des Cylinders

abgebrochen und der Cylinder, nachdem man durch eingefülltes Quecksilber seine Größe bestimmt hat (wovon gleich ein mehreres folgen soll), zugeschmolzen.

Bei dieser Gelegenheit muß ich melden, daß ich noch nicht ein einzigesmal die Weingeistthermometer mit Cylindern dahin habe bringen können, daß sie die Hitze des siedenden Wassers ausgehalten. Wenn ich sie auch Stunden lang in siedendem Wasser erhielt, so konnte ich doch die Luft aus ihnen nicht herausbringen und der Weingeist wallte beständig in die Höhe. Ich gebrauche deßwegen die Cylinder nur zu Quecksilberthermometern.

Ich sagte, an die Thermometerröhren werden entweder Kugeln oder Cylinder angeschmolzen. Der Hr. v. Magellan hat indessen in seiner Beschreibung neuer Barometer und Thermometer in der zweiten Abtheilung §. 47 von einer neuen Art von Gefäßen für Thermometer, die in England erfunden worden, Nachricht gegeben. Die Erfindung ist sehr vortheilhaft, indem man durch diese Gefäße etwas weitere Röhren zu Thermometern gebrauchen kann und dabei doch sehr große Grade, so wie ein äußerst empfindliches Thermometer bekommt. Diese neuen Gefäße haben folgende Einrichtung:

Es wird erstlich an einer starken und etwas breiten Glasröhre eine große Kugel, die stark vom Glas werden muß, aufgeblasen. Es sei dieselbe Tab. II. A B C. Kann man der Kugel eine ungleiche Dicke vom Glas geben, so ist es um so besser. Darauf halte man diejenige Seite der Kugel, wo das dickste Glas ist, nämlich bei C in die Flamme, und lasse sie glühend werden. Dadurch wird die Kugel auf der glühenden Seite platt, wie man bei

a D c siehet, und folglich wird aus der Kugel A B C eine Halbkugel A B D. Nach diesem zieht man mit dem Munde die Luft aus der Röhre, so wird sich der glühende Theil einwärts ziehen, und eine einwärtsgehende Halbkugel a b c bilden. Das Gefäß macht also zwei koncentrische Zirkel oder vielmehr zwei Halbkugeln aus. Man muß aber suchen, es beim Blasen also zu treffen, daß die innere Halbkugel von der äußern nicht mehr als 1 Linie abstehe. Dadurch erhält man, daß das Quecksilber im Gefäß eine geringe Dicke bekommt, und daher die Wärme geschwind annimmt und verliert. Hiebei aber muß ich noch einiges bemerken.

1) Weil man, um diese Gefäße zu verfertigen, öfters in die Röhre blasen muß und dadurch viele Feuchtigkeit in dieselben kommen würde, wenn man die Kugeln mit dem Munde aufbliese, so muß man hiebei nothwendig das Verfahren anwenden, welches ich erst beschrieben habe.

2) Beim Herausziehen der Luft aus der Röhre tritt weit mehr Feuchtigkeit in dieselbe, als wenn man noch so oft in sie bliese. Denn die, in das ausgeleerte Rohr wieder zurückfahrende Luft nimmt viele Dünste des Athems mit in die Röhre, da beim Hineinblasen in dieselbe gerade das Gegentheil geschieht. Man muß daher das offene Ende der Röhre in eine etliche Zoll lange hölzerne Röhre fest einstecken, so wird, wenn bei dem Herausziehen der Luft auch Feuchtigkeit in die Röhre kommt, diese doch größtentheils in der hölzernen Röhre hangen bleiben.

3) Der körperliche Inhalt dieser Gefäße ist durch das bloße Augenmaaß schwer zu treffen, da es darauf ankommt, ob die äußere oder innere Halbkugel etwas mehr oder weniger von einander entfernt ist. Man muß sich daher mehrere dergleichen Gefäße an besondern etwas starken und weiten Glasröhren blasen, sie dann davon also abbrechen, daß sie nur einen ganz kurzen Hals oder Röhrchen behalten; dann mit Quecksilber anfüllen und dieses wieder abwägen, endlich aber unter mehrern dergleichen Gefäßen sich dasjenige auswählen, dessen körperlicher Inhalt genau so groß ist, als zur Röhre, die man dazu ansetzen will, erfordert wird. Diese Röhre wird nun bei E an das erwählte Gefäß angeschmolzen.

Will man eine Röhre an einen Cylinder anschmelzen, so müssen beide von einerlei Glasmasse seyn, weil sie sonst, wenn sie nach dem Zusammenschmelzen wieder erkalten, von einander springen. Die Ursache hievon ist diese, weil die eine Glasmasse, wenn sie erkaltet, sich mehr verdichtet oder zusammenziehet, als die andere.

Beim Anschmelzen der Röhren an Cylinder oder an die Magellanischen Glasgefäße, ist es auch sehr vortheilhaft, wenn man die Röhre, die ohnehin eine sehr enge Öffnung hat, und die beim Anschmelzen sich gemeiniglich noch mehr verengert, vor dem Anschmelzen etwas erweitert. Dieses verrichte ich am bequemsten auf folgende Weise. Ich schmelze die Röhre an einem Ende zu, und ungefähr gegen einem Zoll über ihrem Ende, blase ich ein kleines eiförmiges Knöpfchen auf. Mit einer scharfen dreieckigten englischen Feile mache ich, in der Mitte desselben, rings herum einen Schnitt, und breche es dann

ab; so bekommt die Röhre an ihrem Ende, wo sie angeschmolzen werden soll, eine weite trichterförmige Öffnung, welche an die Cylinder oder die Magellanischen Halbkugeln, leichtlich und schön angeschmolzen werden kann.

§. 20. Die wichtigste Frage ist nur, wie groß müssen die Kugeln oder Cylinder, nach der jedesmaligen Weite und Länge der Röhre, gemacht werden. Wollte man durch blose Proben dieses entscheiden, so würde man unendlich viel vergebliche Arbeit haben. Ich weiß auch nicht, ob man je eine solche Übung erlangen kann, daß man, durch bloses Schätzen, die Größe der Kugel oder des Cylinders allezeit sicher zu bestimmen in Stand wäre. Man pflegt deßwegen, um einen sicherern Weg zu gehen, die Größe der Kugel nach dem Durchmesser und der Länge der Röhre zu berechnen. Siehe Hr. de Luc I. c. §. 456 c. Nun ist zwar die Rechnung gut und richtig, aber von wenigem Nutzen, indem der Durchmesser der Röhre, besonders der sehr engen Röhren, mit gar keiner Zuverlässigkeit gemessen werden kann; — ein kleiner Fehler aber in dem Maaß der Röhre einen großen Fehler in dem Maaß der Kugel gibt. Deßwegen werden die berechneten Kugeln meistens entweder zu groß oder zu klein ausfallen.

Ich habe, dadurch bewogen, einen weit leichtern und vollkommen sichern Weg ausgedacht, um die Größe der Kugel oder des Cylinders zu einer gegebenen Röhre zu finden.

§. 21. Erstlich bestimme ich mit zwei Fäden, an welchen Ort an der Röhre der Eis- und Siedpunkt fallen soll. Dann fülle ich den Zwischenraum genau mit Quecksilber an und wiege, nachdem ich diese Quecksilbersäule wie-

der herausgenommen, sie auf einer sehr richtigen Waage ab. Das Gewicht dieser Säule gibt mir, durch eine leichte Rechnung, den körperlichen Inhalt der Kugel oder des Cylinders, es mag ein Quecksilber- oder Weingeist- oder Salmiakgeistthermometer werden sollen.

Es ist nämlich, nach allgemeiner Übereinstimmung der Naturforscher, die Ausdehnung einer Masse Quecksilbers, vom Eis- bis zum Siedpunkt, wie 64 zu 65 oder wie 10,000 zu 10,156.

Am bequemsten aber ist, wenn man den kleinen Ausdruck 64 zu 65 behält. Folglich wenn man die Masse Quecksilber, die in der Röhre den bestimmten Zwischenraum vom Eis- bis zum Siedpunkt einnimmt, zu 1 Theil annimmt, so muß die Kugel 64 dergleichen Theile halten.

Es ist aber hiebei unbequem, daß man für die Grade, die das Thermometer unter dem Eispunkt anzeigen soll, der Röhre noch einen besondern Theil zugeben muß. Bequemer ist es, wenn man die ganze Röhre mit Quecksilber anfüllt, es abwägt, und der Kugel 47mal so viel körperlichen Inhalt gibt, als die ganze Röhre hat. Dann hält das Thermometer nicht nur die Hitze des kochenden Wassers aus, sondern kann auch noch 30 reaumurische Grade unter dem Eispunkt anzeigen.

Hat man Thermometer zu verfertigen, welche die Hitze des kochenden Quecksilbers aushalten, und noch etliche 30 Grade unter dem Eispunkt zeigen sollen, so gibt man der Kugel nur 18mal so viel körperlichen Inhalt, als die ganze Röhre hat.

Die Ausdehnung des Weingeistes vom Eis- bis Siedpunkt, bei dem Barometerstand 27 Zoll 9 Linien.

verhält sich, nach einer von Hr. Mechanikus Brander angestellten, und auf seinen Thermometern bezeichneten Erfahrung, wie 1000 zu 1122. Ich habe verschiedene Sorten des Weingeistes, der Pulver zündete, untersucht und habe befunden, daß seine Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt, bei dem Barometerstand von 27 Zoll, sich verhalte, einmal wie 1000 zu 1118, ein anderesmal wie 1000 zu 1120, und endlich auch eben so wie Hr. Brander das Verhältniß gefunden hat; nämlich bei dem Barometerstand von 27 Zollen, gleich 1122.

Die verschiedenen Sorten meines untersuchten Weingeistes zündeten alle Pulver. Und doch beweist die verschiedene Ausdehnung desselben, daß einiger darunter noch Phlegma enthalten habe. Von diesem, dessen Verhältniß nur war wie 1000 zu 1118, brannte aber auch das Pulver nicht so frisch weg, als bei den andern. Ja das Pulver entzündete sich gar nicht, wenn ich wenig Pulver und viel Weingeist nahm; ingleichen wenn ich nicht, kurz vor dem gänzlichen Abbrennen des Weingeistes, ein wenig im Pulver herumrührte.

Die Ausdehnung einer gewissen Sorte von Salmiakgeist, der nicht Pulver zündete und den ich in der Folge noch beschreiben werde, ist vom Eis- bis Siedpunkt, nach meiner eigenen Erfahrung, wie 1000 zu 1096 *).

*) Ich muß doch mit wenigem anführen, wie man das Verhältniß der Ausdehnung bei bemeldten flüssigen Dingen finden kann. Man muß ein vollkommen verfertigtes Thermometer, welches mit dem Flüssigen gefüllt ist, dessen Ausdehnung man untersuchen will, und an welchem

Folglich verhält sich, bei einem Quecksilberthermometer, der körperliche Inhalt des Stücks Röhre vom Eis- bis zum Siedpunkt, zum körperlichen Inhalt der Kugel mit Inbegriff desjenigen Theils der Röhre, das von der Kugel an bis zu dem Eispunkt reicht, wie 15 zu 1000. An einem Weingeistthermometer wie 120 zu 1000, und an einem Salmiakgeistthermometer wie 96 zu 1000.

§. 22. Gesetzt nun, es befände sich in einer Röhre zwischen den zwei bezeichneten Punkten §. 21, die den Eis- und Siedpunkt vorstellen, eine Quecksilbersäule, die 5 Gran schwer wäre und es sollte ein Quecksilberthermometer aus dieser Röhre gemacht werden, so sagt man nach der Regel de tri

wie sich verhält 15 zu 1000, so verhalten sich 5 Gran zu dem körperlichen Inhalt der Kugel = 333 Gran.

---

der Eis- und Siedpunkt genau bestimmt ist, wieder ausleeren. Die Kugel wird bis zum Eispunkt mit Quecksilber angefüllt; und dann dieses Quecksilber genau gewogen. Den Raum der Röhre vom Eis- bis Siedpunkt füllt man gleichfalls mit Quecksilber genau aus und wiegt es darauf. Es muß aber beides bei einerlei Temperatur der Luft geschehen, das Verhältniß der Masse Quecksilber in der Kugel bis zum Eispunkt, zu der Masse Quecksilber in dem Raum der Röhre vom Eis- bis Siedpunkt, gibt das Verhältniß der Ausdehnung. Z. B. das Quecksilber in der Kugel bis zum Eispunkt sei 1000, das vom Eis- bis zum Siedpunkt 120 Gran schwer, so ist die Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt wie 1000 zu 1120, weil, um den Siedpunkt zu erhalten, auch die 1000 Gran Quecksilber der Kugel nöthig sind.

Hat man ein Weingeistthermometer zu verfertigen und die Quecksilbersäule zwischen den zwei Punkten, §. 21, wäge 60 Gran, so sagt man,

wie sich verhält 120 zu 1000, so verhalten sich 20 Gran zu dem körperlichen Inhalt der Kugel.

Eben so macht man es bei einem Salmiakgeistthermometer. Allein es ist noch zu merken, daß von dem körperlichen Inhalt der Kugel so viel abgezogen werden muß, als in dasjenige Stück Röhre gehet, das sich von der Kugel bis zum Eispunkt befindet, weil dieses auch schon einen Theil des Flüssigen fasset; welches alsdann erst der Kugel beigelegt werden könnte, wenn der Eispunkt an die Kugel hinfallen sollte.

§. 23. Der einzige schwierige Punkt ist nur, die Kugel so groß zu machen, als die Rechnung angibt. Wenn man Cylinder an die Röhren anbringt, dann ist es sehr leicht. Wenn der Cylinder an die Röhre geschmolzen und an seinem untern Ende noch offen ist, so füllt man soviel Quecksilber hinein, als die Rechnung angab; bemerkt den Ort, wie weit das Quecksilber hinaufgestiegen, mit einem Faden, schmelzt an diesem Ort den Cylinder zusammen, und zieht den Überrest des Glases davon weg. — Wollte man, wie ich oft thue, sich besondere Kugeln blasen, sie mit Quecksilber abwiegen, und dann an die Röhre anschmelzen, so würde man eben so sicher gehen. Auch ist noch ein anderer Weg übrig. Ich habe mir etliche 40—50 Kugeln geblasen. Es sind viele darunter, die zu einem andern Endzweck bestimmt, aber verunglückt waren. In die kleinste gehen 20 und in die größte 2000 Gran. Sämtliche Kugeln habe ich mit Quecksilber gefüllt und

darauf abgewogen. Wie viel in jede Quecksilber gehet, schreibe ich auf ein Papier, welches ich an den Hals der Kugel befestige. Soll ich nun an eine Röhre eine Kugel von 2, 3 oder mehr hundert Granen anblasen, so suche ich unter meinen Probekugeln eine aus, die der verlangten am nächsten kommt. Nach dieser blase ich die neue, entweder nach dem blosen Augenmaaß, oder durch Hülfe eines Tasterzirkels. Durch dieses Mittel treffe ich die meisten Kugeln in rechter Größe.

Das zweite Kapitel.

Von der Wahl des Flüssigen zu Thermometern.

§. 24.

Dasjenige, was ich schon §. 8 über den Weingeist und das Quecksilber gesagt, sollte man denken, müsse schon jeden Unpartheiischen nöthigen, den Ausspruch zu thun, das Quecksilber sei dem Weingeist vorzuziehen. Wer aber die in bemeldtem Paragraph angeführten Gründe, bei dem Hr. de Luc von §. 417 bis 426 in ihrem vollen Gewicht vorgestellt, richtig erwägt, der sollte hierin nicht den mindesten Zweifel mehr übrig behalten. Indessen hatte kaum Hr. de Luc seine Gründe für das Quecksilber der Welt vorgelegt, so hatte Hr. Strohmeyer l. c. §. 7, 8, einige Zweifel dawider erregt. „Nach meinen Erfahrungen und Versuchen," sagt er, „muß ich, wenigstens in den tieferen Graden der Kälte, dem Weingeist den Vorzug zuerkennen: denn den Hauptgrund, welchen Hr. de Luc dagegen einwendet, als wenn der Weingeist einen ungleichen Gang habe, werde ich unten entwickeln, und das Gegentheil zeigen."

§. 25. Wie flüchtig Hr. Strohmeyer über diese Sache, worin er doch einen Ausspruch thun wollte, dahin gehe, erhellt schon daraus, daß er dieses den Hauptgrund des Hr. de Luc für das Quecksilber nennt, weil der

Weingeist einen ungleichen Gang habe. Hr. de Luc behauptet und beweist es durch Erfahrungen, daß verschiedener Weingeist auch eine verschiedene Ausdehnung habe. Dieses meint hier Hr. Strohmeyer unter dem ungleichen Gang, wie aus seinem 8ten §. erhellt. Indessen ist dieses der Hauptgrund, warum Hr. de Luc den Weingeist verwirft, noch lange nicht. Sein Hauptgrund für das Quecksilber ist dieser: das Quecksilber behalte, bei gleicher Vermehrung oder Verminderung der Wärme, ein gleiches Maaß oder Volumen seiner Ausdehnung, der Weingeist aber und alle Öle bekämen ein sehr ungleiches Maaß oder Volumen ihrer Ausdehnung. Diesen Grund läßt Hr. Strohmeyer unberührt; und doch ist er der wichtigste. Ein Thermometer heist ein Instrument, mit dem man die verschiedenen Unterschiede der Wärme zu bestimmen im Stande ist. Wie kann man aber mit einem Thermometer diese verschiedenen Unterschiede der Wärme richtig bestimmen, welches gleiche Unterschiede ungleich angibt? Je mehr sich der Weingeist verdichtet, desto kleinere Unterschiede gibt er bei gleich groß bleibenden Unterschieden der wirklichen Wärme und Kälte an. Ich kann z. B. eine Wärme oder Kälte bestimmen, die noch so groß ist, als eine gegebene; wollte ich nun, nach einem in gleiche Grade abgetheilten Weingeistthermometer für die doppelte Wärme oder Kälte eine doppelte Anzahl Grade annehmen, so würde im ersten Fall die Wärme viel zu geringe, und im andern Fall die Kälte viel zu groß angegeben werden. Das Weingeistthermometer ist also, in soferne es in gleiche Grade abgetheilt wird, welches doch nöthig wäre, wenn es den Vorzug haben

und einen Fundamentalmaaßstab angeben sollte, unmöglich geschickt, die wahren Unterschiede der Wärme nur mit einiger Zuverlässigkeit zu bestimmen.

§. 26. Zwar hat auch das Quecksilber bei seiner Verdichtung, in Vergleichung mit der wahren Wärme und Kälte, einen abnehmenden Gang; das heist, es bekommt bei gleicher Verminderung der Wärme nicht eine gleich starke Verdichtung oder Verminderung seines Volumes; sondern wird, wie alle Flüssigen, bei zunehmender Kälte immer weniger verdichtet oder verkürzt, wie die Tabelle des Hr. de Luc §. 422 l. l. l. und §. 1107 zeigt. Allein die abnehmende Verminderung oder Verkürzung des Volumens des Quecksilbers, bei gleicher Verminderung der Wärme, ist theils sehr wenig bedeutend gegen den Weingeist, theils gränzt sein Gang noch am nächsten an den Gang der wahren Wärme und Kälte. Deßwegen verdient es, so lange keine bessere Materie zu diesem Endzweck gefunden wird, den Vorzug vor allen andern Säften, die bisher zu Thermometern gebraucht worden.

§. 27. Da Hr. Strohmeyer diese Grundsäule, worauf Hr. de Luc gebäut, unerschüttert gelassen, so verdiente das übrige von ihm vorgebrachte zwar keine große Achtung. Ich will es aber doch kürzlich beleuchten.

Hr Strohmeyer beschuldigt erstlich das Quecksilber eines Fehlers. Er will durch eine Erfahrung beweisen, daß das Quecksilber nicht den Grad der Kälte ertrage, welchen Hr. de Luc angibt. Diesen setzt Hr. de Luc §. 424 c. auf 261 Grad unten dem Eispunkt nach dem Reaumurschen Thermometer, und bei ungefähr eben diesem Grad glaubt er, werde auch der Weingeist nahe am

Gefrieren seyn, weil, wenn man die Verdichtungen des Weingeistes nach einer fortlaufenden Progression verfolge, selbige sich hier ebenfalls endige.

Die Erfahrung des Hr. Strohmeyers bestund darin. Er brachte in ein Gemeng von Schnee und Salpetergeist ein unabgetheiltes Quecksilberthermometer zum Gefrieren, während dem ein unabgetheiltes Weingeistthermometer darin flüssig blieb und noch etwas fiel.

§. 28. Hierüber läßt sich manches anmerken.

1) Warum nahm denn Hr. Strohmeyer unabgetheilte Thermometer? Dadurch ist er ja außer Stand gesetzt, weder zu behaupten, daß das Quecksilberthermometer schon bei einem geringern Grad der Kälte gefroren sei, als Hr. de Luc bestimmt, noch zu verneinen, daß das Weingeistthermometer den Grad der Kälte noch nicht empfunden habe, den Hr. de Luc zum Gefrieren des Weingeistes angibt.

2) Wie kann Hr. Strohmeyer behaupten, daß das Quecksilber schon bei einem geringern Grad der Kälte gefriere, als Hr. de Luc angegeben, da bei seinem Versuch die Bedingniß nicht erfüllt war, die Hr. de Luc ausdrücklich gefordert, nämlich daß die Kugel des Thermometers mit Wachs bewaffnet sei? Ohne diese Vorsicht kann es geschehen, daß, ehe die Kälte die Kugel durchdringet, das an der äußern Fläche der Kugel befindliche Quecksilber, auch wohl das unterste Quecksilber der ohnehin sehr engen Röhre gefriere, ehe sich die ganze Masse des Quecksilbers verdichten kann, wodurch nothwendig verhindert wird, daß das Thermometer nicht so tief fällt, als es bei dieser angewendeten Vorsicht fallen würde.

3) Kommt mir überhaupt sehr wahrscheinlich vor, daß das Eis- und Salpetergeistgemenge des Hrn. Strohmeyers noch nicht den Grad der Kälte erreicht habe, den Hr. de Luc zum Gefrieren des Weingeistes erfordert. Denn das Quecksilber war nur wie ein Amalgama gefroren, da es hingegen bei einigen Versuchen des Hrn. Braun in Petersburg so fest wurde, daß es, nach weggesprungenem Glas der Kugel, als eine Kugel an der Röhre hängen blieb.

4) Das blose Flüssigbleiben des Weingeistes ist noch kein Beweis, daß derselbige nicht doch auf den höchsten Grad seiner Verdichtung sollte können gekommen seyn. Alle wässerige Flüssigkeiten dehnen sich bei ihrem Gefrieren wieder aus. Es geschiehet aber dieses schon, ehe man Spuren des Eises darin wahrnehmen kann. Ein Wasserthermometer steigt in einer künstlichen Gefrierung 10 bis 20 Grade (seiner 80theiligen Skale vom Eis- bis Siedpunkt) wieder in die Höhe, ohne daß man noch merkliche Spuren des Eises in der Kugel wahrnimmt, und doch beweist dieses Steigen, daß das Wasser bereits müsse gefroren seyn.

Zwar führt Hr. Strohmeyer an, das Weingeistthermometer sei dabei noch immer gefallen. Dieses wäre freilich Beweis, daß es noch nicht auf dem höchsten Grad seiner Verdichtung gekommen sei; allein dieses abgerechnet, was ich in der vorhergehenden dritten Nummer angeführt, so ist sich auf die Aussage des Hrn. Strohmeyer gar wenig zu verlassen, da er, wie ich in der Folge noch beweisen werde, Erfahrungen anführt, die nie existiren können.

5) Gesetzt endlich, das Quecksilber gefriere bei einem weit geringern Grad der Kälte, als derjenige ist; den Hr. de Luc angibt; „so wird es doch immer noch flüssig „bleiben, bei einer Kälte, die um mehr als 350 Grade „des Delislischen Thermometers größer ist, als diejenige „Kälte, die man jemals in freier Luft wahrgenommen „hat, derjenigen nämlich, die Hr. Gmelin 1735 in Sibi„rien beobachtet, und die er in seiner Flora Sybirica „auf 281 Grad setzt. Siehe Hr. de Luc §. 416." Ja gesetzt, das Quecksilberthermometer sollte noch mehr andre Fehler haben, so müßte es doch, weil es die wahre Kälte und Wärme noch am richtigsten anzeigt (siehe §. 25, 26), zur Norm behalten werden, und müßten andere Thermometer, welche die Fehler des Quecksilbers nicht an sich hätten, nach demselben graduirt werden, um auf diesem Weg den Fehler des einen durch das andere ersetzen zu lassen.

§. 29. Hr. Strohmeyer kommt §. 8 auf den zweiten Grund, warum der Weingeist vorzuziehen sei. Er sagt nämlich, wenn er gleich zu einem höchst gereinigten Weingeist etliche Tropfen Wasser hinzugesetzt, so sei deßwegen doch der Gang des Weingeistes nicht verändert worden.

Wenn wir auch dieses als wahr annehmen wollten, daß jeder, mehr oder weniger dephlegimirter Weingeist, einerlei Gang und Ausdehnung behalte, so bleibt doch dieses allezeit, daß der Weingeist, er mag seyn wie er will, bei gleicher Verminderung der Wärme, eine ungleiche Verdichtung seines Volumens hat, siehe §. 25. Es ist aber dieses nicht einmal richtig, daß jeder Weingeist, der mehr oder weniger Wasser in sich enthält, ei-

nerlei Gang behalten solle. Wollte man dieses behaupten, so müßte man annehmen, das Wasser und der Weingeist habe einerlei Gang.

Nun zeigt sich aber in dem Gang des Wassers und des Weingeistes ein himmelgroßer Unterschied. Siehe Hrn. de Lucs Tabelle zu §. 426 b. Man bedenke auch nur, daß das Wasser bei einer geringen Kälte schon den größten Grad seiner Verdichtung erhalte, nämlich daß es gefriere; ingleichen daß ein mit Wasser vermischter Weingeist gefriere, wenn ein völlig dephlegmirter noch flüssig bleibt. Dieses beweist schon, daß ein mit Wasser vermischter Weingeist einen andern Gang haben müsse, als ein höchst rectificirter.

Will man die Erfahrung hierin den Ausspruch thun lassen, so gibt die angeführte de Lucsche Tabelle einen großen Unterschied in dem Gang verschiedener Weingeistthermometer, von denen einer mit höchst rectificirtem, die andern aber mit Weingeist gefüllt waren, welcher mehr oder weniger Phlegma enthielt. Man müßte den sonst so pünktlichen Hrn. de Luc den unachtsamsten Beobachter nennen, wenn man ihn bei Bestimmung und Vergleichung des Gangs eines jeden dieser Thermometer mit den andern, eines Fehlers beschuldigen wollte. Hingegen werde ich in der Folge zeigen, wie wenig man den vorgeblichen Beobachtungen des Hrn. Strohmeyers trauen dürfe.

§. 30. Etwas setzt indessen Hr. Strohmeyer an einer Beobachtung des Hrn. de Luc aus, welches Aufmerksamkeit verdient. Er sagt: In den abnehmenden Progressionen des Gangs des Weingeistes, der von dem Hrn. de Luc mit dem Quecksilber verglichen worden, sei zu viel

Unregelmäßiges. Z. E. der Weingeist, der Pulver zündet, und der, so von diesem in der Sandkapelle nochmal übergetrieben worden, stimme bei 75, 20, 10 und 5 mit einander vollkommen überein, in den übrigen seien sie 1 bis 7 Zehntheil eines Grads von einander im Gange unterschieden. — So was Unregelmäßiges lasse sich von einer, in allen Theilen so vollkommen gemischten Flüssigkeit nicht denken, indem man keinen Grund einsehe, warum der Weingeist in einigen Graden keinen und bei andern einen vollkommen gleichen Gang (nämlich der rectificirte mit dem weniger rectificirten) haben solle.

Es befremdete mich dieses selbst, und ich vermuthete beinahe einigen Fehler der Beobachtung. Bei genauer Untersuchung aber findet sich, daß der Gang so unregelmäßig nicht sei, als es scheint. Ich werde es am besten durch folgende Tabelle, die aus Hrn. de Luc §. 426 a genommen worden, und zu welcher ich blos die Unterschiede gesetzt habe, zeigen können. Ich habe, damit die Sache durch ein ähnliches Exempel desto deutlicher in die Augen leuchte, aus der nämlichen Tabelle des Herrn de Luc, in der sechsten Kolumne auch den Gang des Weingeistes, der halb mit Wasser vermischt ist, und in der fünften Kolumne den Unterschied des Gangs desselben, von dem Gang des höchst rectificirten Weingeistes, hinzugesetzt.

Queck-silber.	Weingeist der Pulver zündet.	Unter-schie-de.	Weingeist der Pulver zündet nochmal im Sandbad übergetrieben.	Unter-schie-de.	Ein Theil Weingeist und ein Theil Wasser.
80	80, 0	— —	80, 0	— —	80, 0
75	73, 8	0	73, 8	— 6	73, 2
70	67, 8	+ 2	67, 6	— 9	66, 7
65	61, 9	+ 4	61, 5	— 9	60, 7
60	56, 2	+ 7	55, 5	— 7	54, 8
55	50, 7	+ 4	50, 3	— 12	49, 1
50	45, 3	+ 2	45, 1	— 15	43, 6
45	40, 2	+ 2	40, 0	— 16	38, 4
40	35, 1	+ 1	35, 0	— 17	33, 3
35	30, 3	+ 2	30, 1	— 17	28, 4
30	25, 6	+ 1	25, 5	— 16	23, 9
25	21, 0	+ 1	20, 9	— 15	19, 4
20	16, 5	0	16, 5	— 12	15, 3
15	12, 2	+ 2	12, 0	— 9	11, 1
10	7, 9	0	7, 9	— 8	7, 1
5	3, 9	0	3, 9	— 5	3, 4
0	0, 0	0	0, 0	— —	0, 0

Die zunächst an den festen Punkten gelegenen Grade können am wenigsten von der Veränderung empfinden, da überhaupt die Abweichung desjenigen Thermometers von Weingeist, der Pulver zündet, von demjenigen mit Weingeist, der Pulver zündet, und in der Sandkapelle nochmal übergetrieben worden, nicht groß ist. Je weiter sich aber die Grade von den festen Punkten entfernen,

desto merklicher wird die Abweichung. Das Thermometer vom Weingeist, der Pulver zündet, fängt bei dem 25sten Grad des Quecksilberthermometers an höher zu stehen, als das andere von noch höher gereinigtem Weingeist. Mit jeden fünf Graden nimmt es in seinem Gang zu, bis es bei dem 65sten Grad wieder abnimmt und bei dem 80sten Grad zusammentrifft. —

Fast die nämliche Abweichung findet zwischen dem Thermometer mit höchst gereinigtem Weingeist, und dem Thermometer aus einem Theil Weingeist und einem Theil Wasser; nur mit dem Unterschied, daß bei letzterem Thermometer die Progressionen stärker abnehmen, als bei dem Thermometer von höchst rectificirtem Weingeist, da hingegen bei dem Thermometer von Weingeist, der nur Pulver zündet, die Progressionen nicht so stark sind, als in dem Thermometer von höchst gereinigtem Weingeist. Dieses scheint allerdings der Theorie des Hrn. de Luc zu widersprechen. Nach dieser sind bei allen flüssigen Dingen, die bald zur gänzlichen Verdichtung kommen, die Progressionen stärker oder mehr abnehmend, als bei den Säften, die später zu ihrer Verdichtung gelangen. Dieses geschieht auch bei dem Thermometer aus einem Theil Weingeist und einem Theil Wasser. Es sollte deßwegen eben dieses, in einem nur geringern Verhältniß, auch bei dem Thermometer von Weingeist, der Pulver zündet, geschehen. Da aber Hr. de Luc das Gegentheil angibt, so sollte man beinahe auf die Vermuthung kommen, wenn man nicht von den genauen Beobachtungen des Hrn. de Luc überzeugt wäre, daß er das Thermometer von Weingeist, der Pulver zündet, mit demjenigen

Thermometer von Weingeist, der nochmal in der Sandkapelle übergetrieben worden, verwechselt, und das eine an die Stelle des andern gesetzt habe.

Bei dem 15ten Grad des Quecksilberthermometers macht überdieß das Thermometer von Weingeist, der Pulver zündet, und bei dem 60sten Grad, das Weingeistthermometer aus 1 Theil Weingeist und 1 Theil Wasser, in Vergleichung mit dem Thermometer aus höchst rectificirtem Weingeist, eine Unregelmäßigkeit in seinem abnehmenden Gang. Ich getraue mir noch nicht hierüber zu entscheiden. Allein wer dergleichen Beobachtungen angestellt hat, wird wissen, daß ein solcher kleiner Fehler, besonders wenn man zu gleicher Zeit viele Thermometer mit einander vergleicht, gar leicht einschleichen könne; und es wird dem Werth der de Lucschen Beobachtungen gar nichts benehmen, wenn man auch einen dergleichen Fehler sollte eingestehen müssen.

§. 31. Dasjenige, was bisher über den Gang des Weingeists und Quecksilbers gesagt worden, wird den Vorzug des letztern vor dem erstern außer Zweifel setzen. Hr. de Luc fügt noch hinzu: das Quecksilber sei deßwegen auch vorzüglicher als der Weingeist, weil es sich leichter, als letzterer, von der Luft reinigen lasse. — Ein Vorzug, der allerdings beträchtlich ist; weil die Luft wegen ihrer starken Ausdehnung, und ihres von allen andern Säften sehr verschiedenen Gangs, eine große Unregelmäßigkeit in dem Gang eines Flüssigen macht, je nachdem sie mehr oder weniger damit vermischt ist; — ingleichen, weil die Luft die einzige Ursache ist, daß viele Säfte keinen großen Grad der Hitze ausstehen können,

so daß deswegen der Weingeist, Wasser u. dgl. nicht eher auch nur den Grad des siedenden Wassers aushalten können, als bis sie größtentheils von der Luft gereinigt sind.

§. 32. Das Quecksilber ist von allen Naturforschern auch deßwegen im Gebrauch der Thermometer vorgezogen worden, weil man große Unterschiede der Wärme und Kälte damit messen kann. Es verträgt die Hitze des siedenden Öls und des schmelzenden Zinns; der Weingeist aber nur die Hitze des siedenden Wassers. Sollte das Quecksilber auch eher gefrieren als der Weingeist, so geschieht dieses nur durch eine Kälte, die durch die Kunst erzwungen wird, und die niemals in freier Luft existirt.

§. 33. Man hat endlich auch dem Quecksilber den Vorzug vor dem Weingeist deßwegen beigelegt, weil ersteres empfindlicher sei, als der letztere. Da ich in der Folge diesen Punkt ausführlicher erläutern werde, so will ich einstweilen nur melden, daß die Weingeistthermometer eben so empfindlich seien, als die Quecksilberthermometer, wenn beide gleich große Kugeln haben und in freier Luft gebraucht werden.

§. 34. Die Beschaffenheit und Zubereitung des Weingeistes und des Quecksilbers ist das nächste, das jetzt noch in Betrachtung zu ziehen ist.

Was den Weingeist betrifft, so beruhige man sich, wenn er das Pulver frisch anzündet. Man gieße über ein Schießpulver so viel Weingeist, daß ersteres von letzterem ganz bedeckt ist, und zünde den Weingeist an. Brennt endlich auch das Pulver hinweg, so ist der Weingeist immer gut genug, und dergleichen Weingeist kann man in jeder guten Apotheke verfertigt bekommen.

Weil der weiße Weingeist durch die Röhren nicht deutlich in die Augen fällt, so pflegt man ihn zu färben. Man macht ihn gelb mit Curcume oder Saffran. Letzterer gibt eine sehr schöne und dauerhafte Farbe, die sich nie an der Röhre anlegt. Mit Radix anchusae oder Ochsenzungenwurzel färbt man ihn roth. Die kleinen Theile dieser Wurzel geben zwar eine stärkere Farbe, sie theilen aber dem Weingeist gar viele grobe Theile mit, die sich mit der Zeit an die Röhre anhängen. Man mache daher die Farbe überhaupt niemals allzustark. Dann filtrire man den gefärbten Weingeist durch ein Löschpapier, und verwahre ihn in einem wohl verschlossenen Glas. Kann man diesen gefäbten Weingeist etliche Monate stehen lassen, so hängen sich die groben Theile der Farbe zum Theil an die Seiten des Glases an, worin er aufbewahrt wird. Weil aber diese Farbe, besonders wenn sie etwas stark ist, allezeit die Röhren der Thermometer beschmutzt, und mit der Zeit, besonders wenn die Thermometer der Sonne stark ausgesetzt sind, absteht; so ziehe ich, wenn man nicht die gelbe von Saffran, welche die beste ist, sondern ein vor allemal eine rothe haben will, in vielem Betrachte die Farbe aus Glitschenrosen, oder auch aus den fünf bis sechs Schuh hoch wachsenden dunkelrothen Gartenpappeln vor. Man gießt den Weingeist über diese Blätter, und wann er sich etwas gefärbt hat, erhöht man die Farbe, indem man etliche Tropfen Vitriolöl hinzugießt. Diese Farbe, ob sie gleich in der Folge der Zeit abfällt, ist viel flüchtiger, als die Farbe von der Anchusa, und beschmutzt die Röhren nicht. Es ist zwar wahrscheinlich, daß durch das zugegossene Vitriolöl

der Weingeist eine Veränderung in seinem Gang leiden möge. Ich glaube aber nicht, daß er dadurch verschlimmert, sondern vielmehr dem Gang des Quecksilbers genähert werden dürfte. Wollte doch Hr. de Luc Salz unter den Weingeist mischen, um den Gang des Weingeistes mit dem Gang des Quecksilbers ähnlicher zu machen. Doch dieses beruhet auf einer Erfahrung, die mir zur Zeit noch mangelt. Sowohl die Ochsenzungenwurzel, als auch die Pappelblätter müssen zuvor vollkommen abgetrocknet seyn.

Noch muß ich bemerken, daß ich aus der Ochsenzungenwurzel durch einen Zufall eine schwarze Farbe bekommen. Es blieben bisweilen in meinen Röhren beim Kalibriren kleine Kügelchen von Quecksilber hängen. Diesen schreibe ich es zu, daß die Farbe bald rothviolet und dann ganz schwarz wurde, besonders bei den Thermometern, die in das siedende Wasser kamen.

Zur Farbe des Weingeist finde ich die dunkelrothen Gartenpappeln immer noch das Beste. Die Farbe davon legt sich nie an die Röhren an. Man muß freilich zum Weingeist etwas Vitriolöl gießen, um diese Farbe zu bekommen, und dadurch verliert der Weingeist etwas von seiner Stärke und Ausdehnbarkeit. Aber dessen ungeachtet habe ich nicht bemerken können, daß der Weingeist dadurch einen merklich andern abnehmenden Gang bekomme. Eben so gewiß ist es, daß dieser etwas geschwächte Weingeist wenigstens nicht in unserm Klima gefriere, da das Vitriolöl dem Frost ebenfalls sehr widerstehet, und dessen nur wenig unter dem Weingeist gegossen wird.

Diese Farbe ist überdieß eben so dauerhaft als schön. Ich besitze seit 14 Jahren ein Thermometer von solchem

Weingeist, dessen Farbe noch so schön, als anfänglich ist. Aber dessen ungeachtet hat unter 50 mit solchen Weingeist gefüllten Thermometern eines, nach einer kurzen Zeit, die Farbe gänzlich verloren. Sie wurde gelb und das Thermometer stund dann gegen 8 Grad zu hoch. Als ich es eröffnete, fuhr der Weingeist über die Hälfte schnell oben heraus. Ich vermuthe hieraus, daß beim Kalibriren der Röhre ein unmerkliches Pünktchen Quecksilber müsse hängen geblieben seyn, welches durch das beigefügte Vitriolöl aufgelöst und in salpeterartige Luft müsse verwandelt worden seyn. Seitdem fülle ich alle Röhren, wenn die Kugeln daran geblasen sind, erstlich mit Scheidewasser, damit dieses ein etwa zurückgebliebenes Quecksilber auflöse. Dann leere ich die Röhre wieder aus, und fülle sie mit weißem Weingeist, um sie vom Scheidewasser vollkommen auszuwaschen. Erst nachdem der weiße Weingeist wieder rein herausgeschafft worden, fülle ich sie mit gefärbtem. Noch durch einen andern Zufall bin ich überzeugt worden, daß jegliches Metall, auch in der geringsten Portion, der Farbe schade. Ich langte mit einem Eisendraht einst in eine gefüllte Röhre, der Draht wurde dadurch schwarz, und der Weingeist sehr dunkel- oder schwarzroth. Nachdem aber das Thermometer in siedendes Wasser gestellt wurde, verlor der Weingeist in der Röhre seine Farbe und wurde gelb.

Beim Füllen mit gefärbtem Weingeist hüte ich mich auch, daß der Weingeist, beim Füllen der Kugel, nicht zum Kochen komme; weil ich bemerkt habe, daß der kochende Weingeist seine Farbe augenblicklich verliert. Durch diesen kochenden Weingeist könnte auch der andere, nicht

kochende, welcher beim Einfüllen mit dem erstern vermenget wird, eine Veränderung in seiner Farbe, auch wohl in der Folge erst, leiden.

§. 35. Weil das andere Flüssige, welches vorzüglich zu Thermometern gebraucht wird, das Quecksilber ist, so verdient dieses nicht weniger, als der Weingeist, eine genauere Betrachtung.

Das reinste und von allen andern Metallen befreite Quecksilber ist dasjenige, welches durch die Chemie aus dem Zinnober wieder hergestellt wird. Es ist aber auch das theuerste und nicht anders, als durch einen Chemisten zu bekommen. Ein gutes und unverfälschtes Quecksilber aus einem Bergwerk leistet indessen vollkommene Genüge. Ich habe sonderlich das ungarische Quecksilber, welches in Deutschland häufig verkauft wird, vollkommen gut befunden.

Die Probe, daß ein Quecksilber durch kein anderes zugesetztes Metall verfälscht worden, besteht darin, wenn das Quecksilber nicht leicht eine starke und dunkle Haut bekommt; ferner, wenn es keine lange Striefen oder Fäden macht, indem man es in einem Gefäße herumbewegt; dann auch, wenn es bei seiner Bewegung in einem Gefäße nicht in Gestalt kleiner Striefen hängen bleibt, sondern auch nach seiner Theilung immerzu runde und munter fortlaufende Kügelchen macht, und endlich hauptsächlich, wenn es in einem porcellainernen Gefäße keine Spuren eines Schmutzes zurückläßt. Ein solches schmutzendes Quecksilber taugt weder zu Barometern noch Thermometern; denn es beschmutzt in kurzer Zeit die Röhren, hängt sich stark an und macht dadurch diese Instrumente untauglich.

§. 36. Das beste Quecksilber wird indessen beschmutzt, wenn es der freien Luft ausgesetzt, noch mehr aber, wenn es in der Luft stark bewegt wird. Wenn man in das reinste Quecksilber aus einem Papiertrichter einen Tropfen des reinsten Quecksilbers von einiger Höhe herabfallen lässet, so kommt er ganz beschmutzt in das Quecksilber. Es muß deßwegen alles Quecksilber unmittelbar zuvor, ehe man Thermometer oder Barometer damit füllt, von von seinem Schmutz gereinigt werden. Man hat verschiedene Methoden, dieses zu bewerkstelligen. Einige haben es durch ein semisch Leder gezwungen. Ich habe aber gefunden, daß es dadurch beinahe noch mehr beschmutzt wird, weil es in sehr kleinen Theilen durch das Leder dringt, die alle erst durch die Luft gehen müssen, ehe sie sich wieder vereinigen. Herr Bernoulli hat das Quecksilber gewaschen. Er that es in ein Gläschen mit einem engen Hals, goß Wasser darüber, und schüttelte es dann, bis das Quecksilber zu eitel kleinen Kügelchen, wie Sand, zertheilt wurde. Hierauf goß er das beschmutzte Wasser ab und ersetzte es mit andern reinem, schüttelte wiederum, goß das Wasser abermal ab und neues daran, und so fort. Allein dieses hilft nichts. Das zehnte Wasser war bei mir so unrein, als das erste, und weil das Quecksilber über Kohlen getrocknet werden muß, so bekommt es, bis man's gebrauchen kann, wieder den alten Schmutz.

Die vorzüglichste Art ist unstreitig diese, deren sich Hr. de Luc und alle Italäner bedienen, daß man eine Dute oder Trichter von reinem und festem Papier dergestalt zusammendreht, daß in der Spitze desselben nur

eine Öffnung wie ein Punkt bleibt. Durch diesen Trichter läßt man das Quecksilber etlichemal laufen. Man setze aber die Spitze des Trichters, sobald nur ein Tropfen Quecksilber herausgelaufen, unmittelbar auf das Quecksilber auf, damit das Quecksilber gar nicht durch die Luft laufe. Der Schmutz, welchen das Quecksilber an sich gehabt, bleibt an dem Papier, und an dem Überrest desjenigen Quecksilbers hängen, welches im Trichter zurückbleibt.

Hr. Strohmeyer findet bei diesen papiernen Trichtern Bedenklichkeiten. Er fürchtet, es möchten durch das Quecksilber von dem Papier feine Fäserchen abgerissen werden und unter das Quecksilber kommen. Diese Furcht aber verschwindet, wenn man nur ein festes und öfters neues Papier nimmt; hauptsächlich aber, wenn man den Ort des Papiers, wo die Spitze des Trichters hinkommt, mit einer wohl scharfen Scheere abgeschnitten hat.

Anstatt des papiernen Trichters schlägt Hr. Strohmeyer einen gläsernen vor, welcher unten in eine sehr feine Spitze hinausgezogen worden, so daß das Quecksilber mit Mühe durchsprudeln kann. Aber außerdem, daß die papiernen Trichter immer rein gehalten werden können, indem man das Papier aufwickeln und abwischen, oder alle Augenblicke neue verfertigen kann, welches beides bei den Glastrichtern nicht wohl angeht; so habe ich überdieß die Glastrichter zum Reinigen des Quecksilbers gänzlich untauglich befunden. Sie lassen das Quecksilber durchlaufen, wie es ist, und man bekommt es nicht besser dadurch. Sogar der letzte Tropfen Unreines gehet noch hindurch, wenn man auch die Spitzen so enge macht,

als es nur möglich ist. Die Seitenwände des Glases sind zu glatt, als daß sich der Schmutz des Quecksilbers leicht daran anhängen könnte, da hingegen das rauhe Papier ihn leicht annimmt.

§. 37. Weil das Quecksilber auch die Feuchtigkeit der Luft annimmt, so muß es unmittelbar zuvor, ehe ein Thermometer damit gefüllt werden soll, über einem Kohlenfeuer abgetrocknet werden. Man verrichtet dieses in einer porcellainernen Schaale und rührt dabei das Quecksilber mit einem hölzernen Spatel um. Wenn es anfängt auszudünsten, so daß es sich wie ein feiner Staub an die leeren Seiten des Porcellains anlegt, dann muß es vom Feuer genommen werden.

Das dritte Kapitel.

Das Füllen der Thermometer.

§. 38.

Das Füllen der Thermometer mit Weingeist ist eine sehr leichte Sache. Man erwärmt nur die Kugel über einem Kohlfeuer, kehrt das Thermometer geschwind um, und stellt das offene Ende desselben in den Weingeist. Weil das Thermometer durch das Erwärmen zum Theil luftleer gemacht worden, so treibt die Luft, die auf den Weingeist drückt, denselben in das ausgeleerte Thermometer, sobald es erkaltet. Füllt sich das Thermometer nicht auf das erstemal genug an, welches dann sehr gerne geschieht, wenn die Öffnung der Thermometerröhre durch eine daran gezogen Spitze verengert worden, so muß man durch die Wärme den Weingeist nochmal aus dem Thermometer jagen und die Öffnung desselben von neuen in den Weingeist stellen.

§. 39. Es füllt sich indessen das Thermometer niemal ganz an, sondern es bleibt allezeit in der Kugel noch eine Luftblase zurück. Weil aber auch die ganze Röhre des Thermometers mit Weingeist angefüllt ist, so enthält das Thermometer allezeit hinlänglich Weingeist. Man darf also nur den in der Röhre befindlichen Weingeist noch in die Kugel bringen, so ist die Sache geschehen.

Auch dieses ist leicht zu bewerkstelligen. Man befestigt an dem obersten Ende der Röhre einen Bindfaden, wickelt das andere Ende desselben um den Zeigefinger, hält ihn mit dem Daumen fest, und schleudert damit das Thermometer stark herum, so vereinigt sich der Saft, indem die zurückgebliebene Luft herausgetrieben wird.

Damit der Bindfaden nicht von dem Thermometer abglitsche, wickelt man an das äußerste Ende der Röhre einen mit Wachs überstrichenen Faden und befestigt ihn. Unter diesen schließt man den doppelten Bindfaden an. Weil sich der Bindfaden durch das Schleudern abwindet und zerreißt, so muß man öfters neuen nehmen, besonders wenn man, bei Suchung des Siedpunktes, das Thermometer sehr oft und lange schleudern muß. Um eine Übung im Schleudern zu erlangen, kann man zuvor an einen Bindfaden ein Stäbchen anhängen und die Probe damit machen.

§. 40. Weit mühsamer, langweiliger und gefährlicher ist das Füllen der Thermometer mit Quecksilber. Ich werde deßwegen die geringsten Kleinigkeiten, die dabei vorkommen und zu bemerken sind, umständlich anzeigen müssen. Von genauer Beobachtung derselben hängt nicht nur die Güte des Thermometers ab, sondern es wird auch durch die Vortheile, die ich anführen werde, manches schöne Thermometer vor dem Untergang bewahrt.

§. 41. Ehe man das Thermometer mit Quecksilber füllt, muß die Röhre und Kugel so viel als möglich ausgetrocknet werden. Ist eine andere Unreinigkeit in die Röhre gekommen, so ist das Thermometer beinahe so gut

als verloren. Manche Unreinigkeit kann man zwar wieder aus der Röhre bringen, wenn man das Thermometer etlichemal mit weißem Weingeist oder auch Salmiakgeist füllt und wieder ausleert. Öfters hilft aber auch dieses nichts, und man hat dann große Mühe, die Röhre nur wieder auszutrocknen. Bei engen Röhren geht dieses Auswaschen gar nicht an. Am besten ist's deßwegen, die Röhren aus der Glashütte gleich zuschmelzen zu lassen, damit kein Staub hineinkomme, ferner sich zu hüten, daß man mit keinem unreinen Quecksilber die Röhren kalibrire, und endlich, das noch ungefüllte Thermometer recht sorgfältig vor allem Staub zu bewahren.

Ein einziges Stäubchen, das dem Auge kaum sichtbar ist, enthält eine unglaubliche Menge Luft. Ich habe hievon sehr merkwürdige Beispiele. Wenn ich meinen Weingeistthermometer in dem obern leeren Raum luftleer machte, damit die Luft aus dem Weingeist in den luftleeren Raum übergehen möge, so stieg die Luft in kleinen Bläschen häufig aus dem Weingeist in die Höhe. Ich suchte öfters zu bemerken, woher die Luft ihren ersten Ursprung habe: da fand ich nun sehr häufig, daß die Luft nicht allezeit aus der Kugel, sondern an einem Punkt der Röhre heraustrete. Bei genauerer Untersuchung fand sich allezeit an diesem Ort etwas Unreines. Aus diesem drangen viele Stunden lang kleine Bläschen. Ja, wenn das Herausdringen der Luft bereits aufgehört hatte, und man erwärmte den Ort nur etwas mit der Hand, so ging das Herausdringen der Luft wieder auf das neue an. Man kann hieraus sehen, wie schädlich die geringste Unreinigkeit für ein Quecksilberthermometer seyn

muß, besonders wenn es sich in der Röhre desselben befindet, aus welcher die Luft, weil nur die Kugel und nicht die Röhre des Thermometers ausgekocht wird, nie gebracht werden kann. Deßwegen wird man auch bemerken, daß, wenn luftleere Quecksilberthermometer umgekehrt werden, und die Säule gegen das obere Ende lauft, selbige sich bei dem abermaligen Geradrichten an dem Ort trennt, wo im Quecksilber etwas Unreines angetroffen wird.

Da die Quecksilberthermometer vorzüglich reine und trockne Röhren erfordern, so ist es 1) freilich am besten, wenn man verhütet, daß keine Unreinigkeit oder Feuchtigkeit in die Röhre komme. Dieses erhält man größtentheils, wenn man die Röhren auf der Glashütte sogleich zuschmelzen läßt; ferner, wenn man sich beim Kalibriren hütet, daß keine Feuchtigkeit des Mundes in die Röhren trete. Man thut daher wohl, wenn man die Röhre nicht unmittelbar in den Mund nimmt, sondern eine kleine hölzerne Röhre fest darauf steckt, und durch Hülfe dieser die Luft aus der Glasröhre zieht. Dann muß man zum Kalibriren das reinste Quecksilber nehmen. So ist es auch sehr vortheilhaft, wenn man die Röhren, ehe man die Kugeln anbläst, auf einer heißen Ofenplatte so heiß als möglich macht, damit alle Feuchtigkeit herausgetrieben werde. Man muß aber, ehe die Röhre wieder kalt wird, sie wenigstens an einem Ende zuschmelzen, wenn man (welches freilich noch besser wäre) die Kugeln nicht sogleich sollte blasen können. Denn sobald die Röhren wieder kalt werden, so tritt die verdichte Luft, welche viele Dünste mit sich führt, in die Röhre, und gibt ihr wieder Feuchtigkeit. Ist aber die Röhre an einem Ende ver-

schloßen, so kann die Luft nicht mehr frei in ihr cirkuliren, und wird also dadurch die Feuchtigkeit abgehalten. Die Kugeln der Queckſilberthermometer dürfen nicht mit dem Munde aufgeblasen werden, sondern man muß sich der beschriebenen Blase bedienen. Beim Anschmelzen der Cylinder kann man die Blase nicht wohl gebrauchen, sondern man muß mit dem Munde in das offene Ende des Cylinders blasen. Dadurch kommt Feuchtigkeit in denselben. Man muß daher, nachdem der Cylinder angeschmolzen worden, den Cylinder unten noch offen lassen, ihn, so wie die ganze Röhre, auf einen heißen Ofen legen, und erst alsdenn den Cylinder unten zuschmelzen, wenn man versichert ist, daß er genug ausgetrocknet seie. Es ist diese Besorgniß wegen der Feuchtigkeit keine leere Furcht. Wenn der Cylinder angeschmelzt wird, so sieht derjenige Theil desselben, der glühend oder wenigstens sehr erhitzt war, vollkommen klar und hell, das übrige aber desselben, welches kalt blieb, im Verhältniß gegen das Ausgeglühte, trüb aus. Eben dieses befindet sich auch bei den Röhren mit Kugeln, wo derjenige Theil der Röhre, der nächst an die Kugel anstößt, vollkommen so aussieht, als ob er von einem feinen Rauch angelaufen wäre. Dieser trübe Theil nun sind Dünste oder Feuchtigkeiten, die von dem glühenden Theil weggetrieben worden und die sich an dem kalten Theil der Röhre angesetzt haben. Es ist aber dieses, auch bei dem sorgfältigsten Verfahren, nicht ganz zu vermeiden. Daher kann man am Ende dasjenige Verfahren, welches im folgenden §. beschrieben wird, anwenden. Man kann es aber auch entbehren, wenn man die bereits mit Kugeln versehene

Röhren etliche Wochen lang auf eine recht heiße Ofenplatte legt und dadurch das Thermometer austrocknet.

2) Ist ein Schmutz in die Röhre gekommen, welches entweder durch ein unreines Quecksilber, oder auch alsdann geschieht, wenn man in eine feuchte Röhre Quecksilber einfüllt; ingleichen wenn man den Trichter nicht genug mit Quecksilber anfüllt und aus diesem auch das letzte oder oberste Quecksilber, welches niemals ganz rein ist, in die Röhre gehen läßt: so kann man die Röhre wieder durch Vitriolöl reinigen. Man füllt das ganze Thermometer damit an und läßt es so lange darinnen, bis es alle Unreinigkeiten aufgelöst hat. Dann leert man es wieder aus, füllt das Thermometer etlichemal mit ungefärbten Weingeist; treibt diesen, theils durch das bekannte Schleudern, theils durch die Hitze bestmöglichst wieder heraus und legt endlich das Thermometer etliche Wochen lang auf einen heißen Ofen, damit es vollkommen austrockne.

§. 42. Bei dem Anblasen der Kugel kann eine Feuchtigkeit in die Röhre kommen. Die Feuchtigkeiten aber sind leichter herauszubringen, als die Unreinigkeiten. Man bringt glühende Kohlen in ein Feuerbecken, welches so lang ist, als die Thermometerröhre; dann legt man die ganze Röhre auf die Kohlen und macht sie so heiß, daß sie nur nicht glüht, wodurch sie krumm werden würde. Die Kugel aber muß erkältet bleiben. Wenn die Röhre genug erhitzt ist, bringt man die Kugel in die Kohlen, hingegen nimmt man die Röhre hinweg. Die zuvor durch die Hitze in der Röhre aufgelöste Feuchtigkeit wird durch die Luft in der Kugel, welche durch die Hitze ausgedehnt wird,

herausgejagt. Man denke nicht, es sei schon genug, die Röhre nur stückweise zu erwärmen: denn dadurch gewinnt man nichts. Wenn man gleich die Feuchtigkeit von einem Ort wegtreibt, so setzt sie sich allezeit an den erkalteten Orten wieder an.

§. 45. Ist die Thermometerröhre auf besagte Weise ausgetrocknet, so darf die Kugel nicht mehr vom Feuer kommen, sondern das Füllen muß unverzüglich vorgenommen werden. Man bringt deßwegen, sobald man die Röhre von den Kohlen aufhebt und die Kugel dagegen hineinsetzt, an dem obersten Ende der Röhre einen Trichter an. Hr. de Luc verfertigt diesen Trichter blos aus reinem Papier, welches er um die Röhre etlichemal windet, es über die Röhre hinaussehen läßt und darauf mit einem Faden an die Röhre anbindet. Hr. Strohmeyer verwirft diesen Trichter, weil er besorgt, das Quecksilber möchte Fäserchen des Papiers abreißen und mit sich in die Röhre bringen. Ob nun gleich dieses von feinem Papier nicht zu befürchten ist, so habe ich doch, um der Bequemlichkeit willen, einen gläsernen Trichter erwählt; dieser besteht blos aus einem Stück von einer weiten Glasröhre. Die Thermometerröhre muß noch bequem hineingehen. Man wickelt dann ein klein Streifchen Papier um die Thermometerröhre und steckt den Glastrichter darauf, so steht er fest. Auf diese Art kann man ihn alle Augenblicke aufsetzen und abnehmen, reinigen und zu vielen Thermometern gebrauchen. Nur muß man dasjenige Ende des Trichters oder Cylinders, welches an die Thermometerröhre gesteckt wird, an der Flamme glühend machen, und mit einem runden konischen Eisen et-

was ausdehnen, damit der Trichter sich gut aufstecken lasse und nicht so leicht zersprengt werde.

§. 44. Diesen Glastrichter füllt man hinlänglich mit Quecksilber an, welches zuvor über Kohlen abgetrocknet worden §. 37, und noch wohl warm ist. Damit man es recht rein in den Trichter bringe, so füllt man es durch den papiernen Trichter, §. 37, ein. Man macht den papiernen Trichter so spitzig als möglich, damit man mit ihm tief in den gläsernen Trichter langen könne und das Quecksilber nicht hoch durch Luft hinabfallen müsse. Man kann es an der Seite des Glastrichters hinablaufen lassen. Man muß auch etwas weniges Quecksilber mehr in den Trichter thun, als man nöthig hat, damit nicht letztlich auch dasjenige obere Quecksilber, welches bald durch die Luft beschmutzt wird, in das Thermometer komme.

Wenn man die erwärmte Kugel etwas vom Feuer entfernt, daß sie ein wenig erkaltet, so fällt ein Theil des Quecksilbers aus dem Trichter in die Kugel. Dieses Quecksilber in der Kugel läßt man nun über den Kohlen kochen. Dann entfernt man die Kugel abermal ein wenig von der Hitze und dadurch wird mehr Quecksilber herabfallen, als das erstemal. Wenn die Kugel oder der Cylinder des Thermometers ungefähr zwei Drittel angefüllt ist, so läßt man das Quecksilber sehr heftig kochen. Es geht dabei der größte Theil desselben aus der Kugel hinauf in den Trichter. Man bringt wieder die Kugel aus der stärksten Hitze, und dadurch wird das Quecksilber, welches meistentheils in den Trichter hinaufgestiegen war, mit Heftigkeit und mit großem Schlagen herabfallen und

die Kugel füllen. Weil aber dadurch die Kugel oder die Röhre leicht zersprengt werden kann, so werde ich die hiebei nöthige Vorsicht treulich angeben.

§. 45. Bei aller angewandten Sorgfalt geht freilich, wenn das geringste versehen wird, manches Thermometer über dem bemeldeten letzten Kochen zu Grunde. Indem das Quecksilber aus dem Trichter, in welchen es durch die Hitze hinaufgetrieben worden, wieder schnell hinabfällt, so wird bisweilen die Kugel an dem Ort, wo sie an die Röhre anstößt, oder noch öfters der untere Theil der Röhre selbst, in viele kleine Stücke zersprengt. Das Quecksilber erkaltet bald, wenn es in den Trichter kommt. Ist nun die Luft größtentheils aus der Kugel getrieben, und die Kugel wird nur das allergeringste von der großen Hitze entfernt, so kann das schwere Quecksilber mit aller Stärke herabfallen. Da nun dieses geschieht, ehe die Kugel, und noch mehr, ehe die dicke Röhre erkaltet ist, so wird die noch heiße Kugel oder Röhre von dem kalten Quecksilber zersprengt.

§. 46. Da man die Ursache dieses Zersprengens weiß, so kann man auch einige Mittel dagegen gebrauchen, und ich habe mich ganz gut dabei befunden.

1) Ich fülle meine Quecksilberthermometer nicht nur in einer sehr heißen Stube, sondern sogar nahe beim Ofen; halte auch den Trichter, in welchem das Quecksilber befindlich, immer an die heiße Ofenplatte, damit das Quecksilber immer wohl warm bleibt.

2) Wenn ich die Kugel erhitze, um das Quecksilber zum Kochen zu bringen, so halte ich die Kugel ganz oben

auf den Kohlen, damit das obere Theil derselben und die Röhre so wenig als möglich erhitzt wird.

3) Hüte ich mich sonderlich, daß das Quecksilber nie gar schnell in die Kugel fallen kann, halte deßwegen die Kugel nach ihrer Erhitzung und nach dem stärksten Kochen des Quecksilbers, noch lange Zeit über das Kohlfeuer; entferne sie nur nach und nach und nicht allzuweit von der Hitze, und lasse das Quecksilber nicht eher in die Kugel herabfallen, als bis ich glaube, daß die Kugel, und besonders die Röhre, genug abgekühlt sei. Ich suche auch wohl die Röhre abzukühlen, so lange die Kugel noch heiß und über den Kohlen ist, indem ich mit einer kühlen Leinwand darauf hin und her fahre.

4) Bei dem letztern Kochen des Quecksilbers, welches sehr heftig seyn muß, und wodurch die Luft beinahe gänzlich herauskommt, das schnelle Herabfallen des Quecksilbers und das Zerspringen der Röhren zu verhindern, habe ich ein bewährtes Mittel erfunden, welches dem Anschein nach gefährlich scheint.

Durch die heftige Erschütterung, welche bei dem schnellen Herabfallen des Quecksilbers die Röhre leidet, werden die gespannten Fibern des Glases, wie bei den bekannten Glastropfen, zerrissen und die Röhre zerspringt. Man muß daher diese Erschütterung vermeiden durch Verhinderung des schnellen Herabfallens.

Das wirksamste Mittel, dessen ich mich mit vielem Vortheil bediene, ist dieses: wenn die bereits völlig angefüllte Kugel so stark gekocht wird, daß die Hälfte des Quecksilbers herausgeht und hierauf in den Trichter steigt,

so entferne ich die Kugel ein wenig von den Kohlen, damit das Quecksilber etwas erkalte und herabfallen könne.

Sobald ich aber merke, daß das Quecksilber in die Röhre herabgehen und gegen die Kugel kommen will, oder schon wirklich anfängt, in die Kugel zu laufen, so bringe ich die Kugel in das stärkste Feuer. Man muß hiebei sehr genau aufsehen und sehr geschwind seyn, indem, ehe man es sich versieht, alles Quecksilber in einem Augenblick in die Kugel herabgefallen ist und die Röhre zerschlagen hat. Wenn man aber die Kugel noch zu rechter Zeit in ein starkes Feuer bringt, so wird das Quecksilber in seinem Fall aufgehalten. Auch die größte Hitze ist nicht im Stande, das fallende Quecksilber gänzlich am Fallen zu hindern, weil das in der Kugel noch befindliche Quecksilber nicht schnell genug in allen seinen Theilen bis zum Kochen erhitzt werden kann, indessen verwehret doch diese Hitze den allzuplötzlichen Fall desselben, vermindert folglich die Erschütterung und verhütet das Zerspringen der Röhren. Sobald die Kugel mit Quecksilber gänzlich angefüllt ist, muß man sie wieder aus dem Feuer nehmen, weil sonst das Quecksilber von neuem anfangen würde, zu kochen.

Bei engen Haarröhren ist die Gefahr des Zersprengens nicht zu befürchten. Es ist aber bei diesem die Beschwerlichkeit, daß die letzte Luftblase, von welcher ich gleich handeln werde, mit äußersten Schwierigkeit, und manchmal gar nicht, herauszubringen ist.

§. 47. Wenn man das Quecksilber auch noch so stark in der Kugel kochen läßt, so läßt es sich doch nicht vollkommen von aller Luft reinigen, wie Hr. de Luc schon bemerkt hat. Es bleibt in dem besten Quecksilberthermometer ein

Luftbläschen, welches nicht größer als eine Nadelspitze erscheint. Dieses offenbart sich nun an den Thermometern, deren oberer Raum ebenfalls luftleer gemacht worden. Kehrt man diese Thermometer um und läßt das Quecksilber bis an das Ende der Röhre laufen, so entsteht in der Kugel ein leerer Raum. Läßt man darauf das Quecksilber in der Kugel wieder zurückgehen, so füllt sie sich aufs neue an. Es bleibt aber ein sehr kleiner Punkt, öfters unten, öfters an der Seite der Kugel, sichtbar. Und dieses ist die wenige Luft, die nie aus dem Quecksilber getrieben werden kann. Diese wenige Luft, die bei andern Thermometern, deren oberer leerer Raum nicht luftleer gemacht worden, gar nicht einmal bemerkt werden kann, hat nichts zu bedeuten. Aber wenn sich zwischen der Röhre und Kugel eine merkliche Luftblase, durch welche die Quecksilbersäule getrennt wird, zeiget, oder in der Quecksilbersäule der Röhre selbst kleine Pünktlein, die eine Luft verrathen, zeigen sollten, dann wäre es schädlich. Der kleinste Punkt, der in der Quecksilbersäule der Röhre wahrgenommen wird, ist im Stande, die Säule zu trennen, sobald der obere leere Raum der Röhre luftleer gemacht wird. Man muß deßwegen diesen Fehlern vorkommen.

§. 43. Hr. de Luc hat ein sicheres Mittel gelehrt, wie man die Luftblase, die sich gewöhnlich am Ende der Röhre und zu Anfang der Kugel ansetzt, herausbringen solle. Nachdem man das Quecksilber in der Kugel das leztemal, und zwar auf beschriebene heftige Art, hat kochen lassen, so muß man suchen, es so zu treffen, daß sich nur blos die Kugel, aber diese ganz, bis an den An-

fang der Röhre anfülle und kein Quecksilber mehr in der Röhre bleibe. Zu dem Ende schüttet man das im Trichter befindliche Quecksilber in dem Augenblick schnell aus, wenn man glaubt, es sei in der Röhre schon genug Quecksilber um die Kugel damit anzufüllen. Es gehört hiezu Erfahrung, Geschwindigkeit und einige Geschicklichkeit. Sollte man es aber nicht treffen und auch in der Röhre noch Quecksilber bleiben, so kann man zwar mit Mühseligkeit diese Quecksilbersäule herausbringen, wenn man genau an den Ort, wo die Röhre und Kugel zusammenstoßen, eine Flamme bringt, wodurch die Quecksilbersäule von der Kugel weggetrieben wird. Man verfolgt dann über einem Kohlfeuer diese Säule, bis sie zu der Öffnung hinausgetrieben worden. Kann man dabei mit einem feinen Stahldraht in die Röhre langen, so gehet alles sehr geschwind.

Weil in die ausgeleerte Röhre neue Luft getreten, so treibt Hr. de Luc auf einer langen Kohlpfanne zuerst die Luft aus der leeren Röhre. Während dem aber treibt er durch Kohlen in einem kleinen Kohlpfännchen, das Quecksilber in der Kugel sogleich dahinter drein, doch ohne das Quecksilber kochen zu lassen. Er richtet dann das Thermometer wieder in die Höhe; setzt den Trichter auf und thut frisches Quecksilber in denselben. Das Quecksilber in der Kugel wird, durch allmählich vermehrte Wärme, so hoch getrieben, daß es von der Röhre in das im Trichter befindliche Quecksilber tritt.

Öfters vereinigt sich das Quecksilber in der Röhre mit demjenigen im Trichter auf das erstemal, besonders wenn die Röhre nicht zu enge und das Ende derselben nicht spitzig zugezogen, sondern gerade abgebrochen ist.

Manchmal muß man aber das Quecksilber aus der Röhre wohl zwanzig- bis dreisigmal wieder hinaus in den Trichter treiben, bis die Vereinigung geschieht. Diese Vereinigung kann man indessen erleichtern, wenn man entweder, nachdem das Quecksilber aus der Röhre in den Trichter getrieben worden, das Quecksilber im Trichter, durch ein Schütteln oder Herumrühren, in Bewegung bringt, oder wenn man einen sehr feinen Stahldraht, oder auch ein feines und reines Roßhaar, etliche Linien tief in die Röhre steckt. Den Stahldraht oder das Roßhaar läßt man oben zum Trichter herausgehen, um ihn, sobald die Vereinigung geschehen, hinwegzunehmen. Man läßt hierauf das Quecksilber aus der Röhre nochmal in den Trichter treten, um, wenn noch ein kleiner Theil Luft mit eingeschlichen seyn sollte, ihn gar wegzubringen. Dann läßt man das Thermometer erkalten, so wird sich die ganze Röhre mit Quecksilber anfüllen.

§. 49. Es geschieht bisweilen, daß in der Quecksilbersäule der Röhre, wenn das Thermometer auch noch so vorsichtig gefüllt worden, kleine Luftbläschen angetroffen werden. Einige sehen nur wie kleine Punkte aus. Andere sind etwas größer und bilden ein halbes Bläschen, welches an der Röhre fest sitzt, und um welches das Quecksilber bei seinem Steigen und Fallen vorbeigeht. Sinkt die Quecksilbersäule nicht so weit herab, daß ihr Ende unter das kleine Luftbläschen kommt; so geht das Quecksilber tausendmal an diesem Bläschen vorbei, ohne daß das Bläschen selbst sich verrückt. Sobald aber das Thermometer so tief sinkt, daß das Quecksilber unter das Bläschen tritt, und es steigt darauf wieder; so ist das

Luftbläschen weg. Es ist in den leeren Raum der Röhre übergegangen.

Dergleichen halbe Luftbläschen befinden sich, nachdem das Thermometer gefüllt worden, öfters bald hie bald da, in der Quecksilbersäule. Gemeiniglich aber und am meisten an dem Ort, wo die Röhre und Kugel zusammenstößt, wenn man auch das §. 47 angeführte Verfahren auf das sorgfältigste anwendet.

Wie sind nun diese Luftbläschen, die eine wirkliche Unvollkommenheit für ein Thermometer sind, herauszubringen?

Steht ein solches festsitzendes Luftbläschen in der Röhre noch so hoch, daß in der künstlichen Kälte, die durch Eis und Salz bewirkt wird, die Quecksilbersäule unter dasselbe herabsinkt; so darf man das Thermometer nur in eine dergleichen Mischung von Eis und Salz stellen, das Bläschen wird weg seyn, sobald die Säule unter dasselbe kommt.

§. 50. Etwas mehrere Schwierigkeiten verursacht es, wenn das Halbbläschen an dem Ort sitzt, wo die Kugel und Röhre zusammenstößt. Indessen ist es doch mit weniger Mühe herauszubringen, wenn man folgendes Verfahren anwendet. Ich habe im 4ten Kapitel meiner Thermometerabhandlung zwar angegeben, daß die Quecksilberthermometer im siedenden Wasser zugeschmelzt und folglich nicht ganz luftleer gemacht werden sollen. Dieses Verfahren muß ich immer billigen. Allein man muß zur richtigen Verfertigung der Thermometer, und um das Quecksilber vollkommen von der Luft reinigen zu können, vor dem eigentlichen Zuschmelzen, sie nach §. 53 vollkommen luftleer machen. Ist nun ein Thermometer

vollkommen oder wenigstens größtentheils luftleer, und man kehrt es um, so zeigt sich sogleich, ob das Quecksilber noch etwas Luft enthalte. Es lauft nämlich, beim Umkehren des Thermometers die Quecksilbersäule in der Röhre vorwärts. Ist zwischen der Quecksilbersäule noch einige Luft, so reißt sie an dem Ort, wo die Luft befindlich ist, von einander. Gemeiniglich geschieht dieses nächst bei der Kugel. In diesem Fall nun, behält man das Thermomer umgekehrt, erwärmt über einem Kohlenfeuer die Kugel und treibt das in der Kugel befindliche Quecksilber so weit in die Röhre, daß es bis über den Ort, wo man zuvor, als alles Quecksilber beisammen war, den Eispunkt bemerkt hatte, hinaufsteige. Nun drehe man das Thermometer wieder um, daß die Kugel unterwärts komme. Das abgerissene Stück Säule wird dadurch herabfallen und sich mit der untern Säule vereinigen. Diese Vereinigung geschieht aber nunmehr bei dem Eispunkt und an eben diesem Ort wird auch das Bläschen, das zuvor nahe an der Kugel stund, sichtbar seyn. Man hat folglich dieses Bläschen um ein beträchtliches in die Höhe gebracht. Denn obgleich dieses Bläschen nicht aus seiner Stelle zu bringen ist, so lange die Säule zusammenhängt, so wird es doch von seinem Ort weggetrieben, sobald es auf der Oberfläche der Quecksilbersäule zu stehen kommt und man diese durch die Erwärmung der Kugel in die Röhre treibt. Folglich müsse die Säule zerrissen werden. Um letztlich das in die Höhe getriebene Bläschen gänzlich aus der Quecksilbersäule zu bringen, stellt man das Thermometer entweder Eis oder in kaltes Wasser, damit es so stark falle, daß sämtliches

Quecksilber unter dem Bläschen zu stehen komme. Denn weil es kein ganzes, sondern nur ein halbes Bläschen ist, so geht das Quecksilber, wenn es sinkt, daran vorbei, das Luftbläschen bleibt fest an der Röhre sitzen, und wenn das Quecksilber unter dasselbe gekommen, so geht das Luftbläschen in den obern leeren Raum über.

Ich muß aber hiebei noch einiges bemerken.

1) Wenn man das Luftbläschen in die Höhe getrieben hat und die abgerissene Säule, durch das Umkehren des Thermometers, auf die untere Säule herabfallen läßt; so will nicht allezeit von sich selbst eine Vereinigung dieser beiden Säulen entstehen. Sie bleiben durch ein ganzes Luftbläschen getrennt, besonders wenn dieses etwas groß ist. Öfters, und zwar gemeiniglich, vereinigen sie sich doch wieder, und man bekommt aus dem ganzen ein halbes Luftbläschen, wenn man entweder die Röhre gelind mit zwei Fingern klopft, oder wenn man eine zeitlang die Kugel in der Wärme erhält, damit das Luftbläschen nicht gegen die Kugel hinabgehen könne, unterdessen aber den obern Theil der Röhre, an dem Ort, wo das Luftbläschen sitzt, so stark als man kann, erkältet, damit das Luftbläschen seine Elasticität verliere, kleiner werde, und sich die Säulen vereinigen können.

2) Kann man die Vereinigung gar nicht erhalten, so erwärme man die Kugel so stark, daß das Bläschen um einen guten Theil über den Eispunkt hinaufgetrieben werde. Dann breche man die Röhre oben geschwind auf. Weil nunmehr die äußere Luft eindringt, und die ganze Schwere der Atmosphäre auf die abgerissene Säule drückt, so wird das Luftbläschen zusammengedrückt und es wird

aus dem ganzen Bläschen ein halbes, welches man aus dem Quecksilber bringen kann, wenn man dieses durch Erkältung unter das Bläschen herabsinken läßt.

3) Ist auch dieses Mittel nicht hinlänglich, eine Vereinigung zu bewirken, so muß man den Trichter §. 43 aufsetzen, Quecksilber einfüllen, durch die Wärme das abgerissene Stück Röhre in den Trichter treiben, und durch das Verfahren §. 48 die Säule wieder vereinigen.

4) Geschieht es sehr oft, daß wenn man auch durch obiges beschriebenes Verfahren, ein sichtbares Luftbläschen, welches allernächst über der Kugel saß, in die Höhe getrieben und in den leeren Raum der Röhre gebracht hat, hat, doch das Quecksilber noch nicht vollkommen von der Luft gereinigt ist. Denn wenn man das Thermometer nach diesem wieder umkehrt, so kann die Quecksilbersäule von neuem abreißen. Dieses beweist, daß noch mehr Luft zwischen dem Quecksilber befindlich sei. Man muß daher das anfänglich angewandte Verfahren von neuem vornehmen, und man wird finden, daß man wirklich noch ein sichtbares obwohl sehr kleines Luftbläschen, hinausgetrieben habe. Es kann geschehen, daß man dieses Verfahren 5 bis 6mal wiederholen muß. Besonders geschieht dieses bei engen Röhren. Man muß nun das nämliche Verfahren so lange fortsetzen, bis bei Umkehrung des Thermometer die Quecksilbersäule nicht mehr abreißt, sondern an dem Quecksilber in der Kugel hängen bleibt. In diesem Fall wird auch aus der Kugel Quecksilber in die Röhre laufen, dieselbe gänzlich anfüllen, hingegen wird in der Kugel ein leerer Raum entstehen.

Hält das Thermometer diese Probe aus, so bricht man es oben wieder auf, stellt es in siedendes Wasser und schmelzt es darin aufs neue zu. Oder man treibt über Kohlen die Säule so weit in die Röhre hinauf, daß sie an den Ort steige, wo der Siedpunkt hinfällt, und schmelzt dann die Röhre schnell zu.

§. 51. Beim Beschluß dieses Kapitels muß ich noch des Hrn. Strohmeyers Art, die Quecksilberthermometer zu füllen, anführen. Er verfährt damit, wie mit den Weingeistthermometern §. 37, treibt durch die Hitze die Luft aus der Kugel, dreht geschwind die Thermometer um, und stellt das eröffnete Ende der Röhre in einem mit erwärmten Quecksilber angefüllten Glascylinder; so bringt das Quecksilber in die Röhre und Kugel. Er wiederholt dieses Verfahren so lange, bis die Kugel und die Röhre angefüllt ist. Er verspricht sich, das Quecksilber viel reiner in das Thermometer zu bekommen.

§. 52. Diese Methode hat mehr als einen Fehler.

1) Weil die Luft nicht ganz aus der Kugel getrieben werden kann, so füllt sich die Kugel niemals ganz mit Quecksilber an. Man muß daher am Ende doch noch seine Zuflucht zu dem aufgesetzten Trichter nehmen.

2) Bei der Strohmeyerischen Methode kommt allezeit neue Luft in die Röhre, so oft man das Thermometer aus dem Quecksilber nimmt und die Kugel über das Kohlfeuer bringt, um sie aufs neue zu erhitzen. So muß auch das Quecksilber, durch das oftmalige Heraustreiben desselben aus dem Thermometer in das Gefäß, immer

durch die Luft gehen, wodurch es beschmutzt und mit der Luft vermengt wird. Hingegen wenn man mit dem aufgesetzten Trichter füllt, so verschließt das in demselben befindliche Quecksilber die Öffnung des Thermometers, und läßt keine neue Luft eindringen. Die wenige in dem Thermometer bei dem Verfahren §. 42 zurückgebliebene Luft wird, bei jedesmaligem Kochen, mehr aus der Röhre durch den Trichter getrieben. Wenn man daher auch stundenlang, nach der erstern Art, an einem Thermometer füllen und das Quecksilber noch so oft in den Trichter hinauftreiben und wieder herabfallen lassen wollte, so gieng es nur durch eine außerordentlich verdünnerte und trockene Luft, die das Quecksilber nicht mehr beschmutzen kann.

3) Nach der Methode des Hr. Strohmeyers kann das Quecksilber in der Kugel selbst nicht gekocht und daher nicht von der Luft gereinigt werden. Denn wenn man das Quecksilber in der Kugel, bei umgekehrtem Thermometer, kochen will, so lauft das Quecksilber vornen heraus und man kommt immer nicht zu seinem Endzwecke. Will man es aber bei aufgerichtetem Thermometer auskochen, so hat man wieder die erste Methode mit dem aufgesetzten Trichter. Hr. Strohmeyer reinigt also sein Quecksilber nicht von der Luft. Allein was kommt da heraus? Die im Quecksilber zurückgebliebene Luft dehnt sich in der Hitze aus und gibt dem Quecksilber eine andere Ausdehnung, als es haben würde, wenn es luftleer wäre. Dann kann auch bei solchen Thermometern, deren Quecksilber nicht gehörig von der Luft gereinigt ist, der ober der Säule befindliche leere Raum der Röhre

nicht luftleer gemacht werden; denn sobald dieser obere Raum des Thermometers luftleer wird, so fängt die Luft in dem Quecksilber an sich auszudehnen, trennt das Quecksilber, und setzt sich gemeiniglich in eine Blase dahin, wo die Röhre und Kugel zusammenstößt. Hr. Strohmeyer hat dieses auch richtig erfahren. Er gibt es aber für einen Fehler aller luftleer gemachten Quecksilberthermometer an, da es doch nur ein Fehler seiner unrichtig gefüllten Thermometer ist, welcher gewiß verschwindet, wenn das Quecksilber vollkommen gereinigt wird.

Das vierte Kapitel.

Das Zuschmelzen der Röhren. Mittel, die Weingeistthermometer geschickt zu machen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten. Betrachtung über die luftleeren und die mit eingeschlossener Luft beschwerten Thermometer.

§. 53.

Ich werde mit dem Zuschmelzen der Quecksilberthermometer den Anfang machen. §. 48, am Ende, habe ich gesagt, daß man, beim Füllen der Quecksilberthermometer, die Röhre ganz voll machen müsse. Die Ursache liegt hierin, damit keine Luft in die Röhre dringen könne. Will man nunmehr das Thermometer zuschmelzen, so schafft man, durch einiges Erwärmen der Kugel, ein klein wenig Quecksilber heraus, und zieht an das Ende der offenen Röhre, an der Lampe, eine feine Spitze, um das Thermometer mit der geringsten Flamme zuschmelzen zu können. Hierauf stellt man das Thermometer, beinahe bis zum Ende seiner Röhre, in siedendes Wasser; so lauft das überflüssige Quecksilber oben heraus. Dann nimmt man das Thermometer aus dem siedenden Wasser,

läßt aber die Quecksilbersäule nicht hinabfallen (damit keine Luft in die Röhre komme), sondern hält die Kugel des Thermometers, nachdem sie ein wenig abgetrocknet worden, über glühende Kohlen und läßt noch etliche Tropfen Quecksilber oben herauslaufen, damit der Punkt des siedenden Wassers etliche Linien unter das Ende der Röhre falle. In dem Augenblick, wann die ganze Röhre noch mit Quecksilber angefüllt ist, entfernt man das Thermometer ein wenig von den Kohlen, die Spitze aber desselben bringt man in eine Lichtflamme. Da es hierdurch zuschmelzt, ehe das Quecksilber hinabfallen kann, so wird das Thermometer luftleer. Man schmelzt es endlich an der Flamme der Lampe noch besser zu *). Hr. de Luc hat diese Art

*) Das gänzliche Zuschmelzen darf nicht eher geschehen, als bis man versichert ist, daß nicht zu viel und nicht zu wenig Quecksilber in der Röhre sei. Das erstere erfährt man, wenn man das Thermometer in siedendes Wasser stellt und dann die Säule noch drei bis vier Linien unter dem Ende der Röhre stehen bleibt. Das andere aber kann man erkennen, wenn man das Thermometer in schmelzendes Eis oder Schnee setzt und dann unter dem Eispunkte wenigstens noch etliche 20 Grade bleiben. Der sicherste Weg beim Zuschmelzen ist deßwegen dieser. Man mache die Spitze an dem obern Theil der Röhre so lange, daß man sie etlichemal aufbrechen und wieder zuschmelzen kann; weil es leichter ist, Quecksilber aus dem Thermometer zu nehmen, als hinzuzusetzen; so treibe man, nachdem das Thermometer aus dem siedenden Wasser gekommen, über den Kohlen nur einen ganz kleinen Tropfen Quecksilber heraus, und schmelze die Spitze zu. Findet man in siedendem

vorgeschlagen, ich habe sie aber schon lange vorher von einem Italiäner gesehen. Hätte sie auch sonst keine Vorzüge, so bleibt doch dieses gewiß, daß durch die Abwesenheit der Luft in der Röhre, die Quecksilbersäule unbeschmutzt bleibt, welches denjenigen Quecksilberthermometern, die in ihrem leeren Raum eingesperrte Luft enthalten, nach etlichen Jahren gewiß begegnet.

§. 54. Ein solches luftleeres Thermometer muß auch ein völlig von der Luft gereinigtes Quecksilber enthalten; sonst trennt die im Quecksilber zurückgebliebene Luft die Säule und gibt, sonderlich in siedendem Wasser, den Grad dieser Hitze zu hoch an. Am sichersten verfährt man deßwegen wenn man die Quecksilberthermometer, nachdem das über-

---

Wasser, daß dieses noch nicht genug sei, so treibt man das Quecksilber über Kohlen beinahe bis an das Ende der Röhre, bricht die Spitze, ehe es gar dahin kommt, auf, läßt noch einen Tropfen herauslaufen und schmelzt es von neuem zu. Will man das Thermometer, nach §. 54, in siedendem Wasser zuschmelzen, so ist es noch leichter. Man treibt anfänglich nur einen ganz kleinen Tropfen Quecksilber durch die Kohlenhitze heraus und stellt das Thermometer augenblicklich wieder in das siedende Wasser. Ist noch zu viel Quecksilber in dem Thermometer, so treibt man über den Kohlen noch einen Tropfen heraus und bringt das Thermometer wieder in das siedende Wasser u. s. w. Wenn es genug ist, so schmelzt man das Thermometer zu, so lange es in dem siedenden Wassen steht. Bei diesem ganzen Verfahren darf man die Quecksilbersäule niemals in der Röhre hinabsinken lassen, damit keine Luft in die Röhre komme.

flüssige Quecksilber nach §. 51 herausgenommen worden, zuschmelzt, während dem ihre Kugel, und ein Theil der Röhre in siedendem Wasser steht. Die wenige zurückgebliebene Luft, die sich sehr verdünnt, weil sie sich durch den ganzen leeren Raum des Thermometers ausbreiten kann, kann das Quecksilber nicht beschmutzen. Indessen beträgt diese eingesperrte Luft, wenn das Thermometer im siedenden Wasser steht, eben so viel, als der Druck der Atmosphäre auf ein im siedenden Wasser stehendes und eröffnetes Quecksilberthermometer wirken würde; und an dieser Höhe der Thermometersäule, welche das Thermometer im siedenden Wasser und bei eröffneter Röhre bekommt, wird gewiß niemand etwas aussetzen können, sondern wird sie gewiß für die richtigste erklären müssen.

§. 55. Einige Menschen sind eigensinnig und wollen durchaus nicht anders handeln, als nach den Grundsätzen anderer, für die sie einmal eingenommen sind, ihre Götter mögen Recht haben oder nicht. Es ist ein wahrer Eigensinn, wenn man, nach den Grundsätzen des Hrn. du Crest und anderer, in den leeren Raum der Quecksilberthermometer viele verdichtete Luft einsperret. Bei Weingeistthermometern läßt sich diese Methode noch eher entschuldigen, um dadurch diese Thermometer geschickt zu machen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers vertragen. Aber verträgt denn nicht das Quecksilber ohne dieser Hülfsmittel die Hitze des siedenden Wassers? Wie schädlich aber die eingesperrte Luft für die Thermometer sei, werde ich an einem andern Ort zeigen. Wer indessen solche fehlerhafte Thermometer machen will, oder keine bessere machen kann, der schmelze nach seinem Belieben

seine Thermometer zu, wenn die Säule auf dem Eispunkt, oder auf dem gemäßigten, oder nach dem sehr unbestimmten Ausdruck des Hrn. Strohmeyers, auf der halben Höhe der Röhre steht. Er behalte aber seine Versuche, die er damit anstellt, für sich.

§. 56. Thermometer, die bestimmt sind, eine große Hitze auszuhalten, erfordern eine besondere Behandlung, da sie vorzüglich gut von aller Luft gereinigt seyn müssen. Sie sind daher die vollkommensten, erfordern aber viele Mühe und Genauigkeit.

1) Die Röhren, so wie die Kugeln, die man daran anbläst, müssen etwas stark seyn. Nicht als ob ein starkes Glas in der Hitze dem Zerspringen weniger unterworfen wäre, sondern weil diese Thermometer vielfältig nackend, d. h. ohne Brett, gebraucht werden, und folglich viel ausstehen müssen.

2) Die Röhren müssen etwas weit seyn, weil enge Röhren schwerer von der Luft zu reinigen sind, als weite, und weil man einen feinen Stahldraht in dieselben muß stecken können.

3) Der köperliche Inhalt der Röhre zum körperlichen Inhalt der Kugel, muß sich verhalten wie 1 zu 18, damit diese Thermometer wenigstens 600 fahrenheitische oder 252 reaumurische Grade aushalten können. Dessen ungeachtet dürfen sie bis zu diesen Grad der Hitze, höchstens nicht über 8 Zoll lang seyn, weil man von der flüssi-Materie, deren größte Hitze man messen will, selten eine so große Menge bekommen kann, daß man die ganze Röhre darein einsenken könnte. Je länger aber die Röhren sind, desto weniger kann man davon einsenken, und

desto unrichtiger muß folglich das Thermometer die Hitze angeben. Doch ist nöthig, daß die Röhren über dem 60oten fahrenheitischen Grad, für den leeren Raum, noch 1 bis 1½ Zoll verlängert werden.

4) Die Röhren zu diesen Thermometern müssen vorzüglich rein und trocken seyn. Man muß daher vor dem Füllen die Röhren auf ein langes Feuerbecken mit glühenden Kohlen legen und sie so lange darauf liegen lassen, bis man versichert ist, daß sie durch und durch auf das höchste erhitzt sind.

5) Nun müssen sie unverzüglich gefüllt werden. Hiebei ist nichts weiter besonders zu merken, als daß man das Quecksilber recht gut koche. Nachdem die ganze Kugel angefüllt ist, läßt man das Quecksilber noch 3—4mal so stark kochen, daß dadurch jedesmal ein Dritttheil oder die Hälfte davon aus der Kugel hinauf in den Trichter getrieben werde.

Dieses aber ist noch nicht genug. Weil man bei diesen Thermometern die letzte Luftblase nicht wie an den gewöhnlichen Thermometern, nach §. 48 herausbringen kann, indem das Quecksilber kochen würde, ehe man es bis zu dem Trichter hinauftreiben könnte; so muß man schon durch ein gewisses Kochen, die Luft noch besser aus der Kugel zu bringen suchen. Dieses Kochen nun muß sehr gelinde geschehen. Man hält die Kugel über glühende Kohlen so lange, bis das Quecksilber anfängt, eine ganz geringe Bewegung zu machen. Es kocht also wohl, aber es darf eigentlich dadurch kein Tropfe Quecksilber aus der Kugel in die Röhre getrieben werden; und man muß, sobald es anfängt zu kochen, es sogleich wieder von

dem Feuer entfernen. Man wird aber finden, daß, so oft man das Quecksilber auf eine solche gelinde Art kocht, einige sehr kleine Luftbläschen aus der Kugel in die Röhre hinaufgetrieben werden, die sich ungefähr 1 Zoll hoch über der Kugel, in der Quecksilbersäule der Röhre fest setzen. Dieses Verfahren muß man wohl gegen 20mal wiederholen. Aber man muß sich hüten, daß das Quecksilber niemals stärker koche, sonst ist die vorhergehende Arbeit verloren. Wenn man merkt, daß durch dieses gelinde Kochen keine merklichen Luftbläschen mehr abgesondert werden, so endigt man dieses Geschäft.

6) Nun muß man das überflüssige Quecksilber aus der Röhre nehmen. Wenn das Thermometer beinahe bis zur Kälte des schmelzenden Eises erkältet ist, so steckt man einen feinen Stahldraht in die Röhre, läßt ihn aber ¾ Zoll hoch über der Kugel endigen. Dann kehrt man das Thermometer um und nimmt mit dem Draht so viel Quecksilber heraus, daß über der Kugel nur eine ¾ Zoll lange Säule Quecksilber stehen bleibe.

7) Hierauf stellt man das Thermometer in schmelzendes Eis und dann in siedendes Wasser. Man bemerkt in beiden Fällen den Stand der Quecksilbersäule und berechnet nach diesem gefundenen Zwischenraum, an welchem Ort der Röhre der 200te reaumurische Grad fällt. Man bemerkt an einem Maaßstab, wie weit dieser Punkt von dem obern Ende der Röhre abstehe. Denn mit einem Faden kann man diesen Punkt nicht bemerken, weil, wie man sogleich sehen wird, der Faden abbrennen würde.

8) Jetzt muß die Röhre zugeschmolzen werden. Ehe aber dieses geschehen kann, muß man die Röhre, so weit

sie nicht mit Quecksilber angefüllt ist, nochmal auf das Beste austrocknen. Man halte sie also, so weit sie leer ist, über glühende Kohlen und erhitze sie auf das stärkste. Blos die Kugel und der untere angefüllte Theil der Röhre muß erkältet bleiben. Sobald der leere Raum der Röhre genug ausgetrocknet ist, muß man die Kugel über ein Kohlenfeuer halten und die Säule bis zum 200ten reaumurischen Grad hinauftreiben. Man findet diesen Grad durch Anlegung des Maaßstabs. Hat die Säule diese Höhe erreicht, so muß man die Röhre schnell zuschmelzen.

Man sieht hieraus, daß in diesen Thermometern eingeschlossene Luft zurückbleibt. Diese ist aber nöthig, wenn das Thermometer die Hitze des kochenden Quecksilbers aushalten soll.

9) Ob nun gleich jetzt das Thermometer zugeschmolzen worden, so ist es doch lange noch nicht fertig. Es muß das Quecksilber erst noch besser von der Luft gereinigt werden. Dieses muß über dem Kohlenfeuer geschehen. Hiezu aber ist eine Kohlenpfanne nöthig, die an einem Ort ihrer Seitenwand einen Ausschnitt hat, in welchen man die Röhre legen, die Kugel aber außer der Kohlenpfanne erhalten kann. Die Kohlen muß man unmittelbar an die Seitenwand und den Ausschnitt der Kohlenpfanne anlegen. In dieser Anrichtung legt man nun die Röhre des Thermometers, so weit sie mit Quecksilber angefüllt ist, auf die glühenden Kohlen, die Kugel aber läßt man außer der Kohlenpfanne. Das Quecksilber in der Röhre wird bald anfangen zu kochen und sich zu trennen. Man muß sehen, daß das Quecksilber bis zur

Kugel koche. Nunmehr, wenn zwischen der Kugel und der abgerissenen Säule ein leerer Raum von 1 bis 2 Zollen entstanden, nimmt man das Thermometer weg, bringt die Kugel schnell in das Feuer und treibt dadurch das Quecksilber aus der Kugel so weit in die Röhre, daß es sich mit der abgerissenen Säule, die, sobald sie etwas erkaltet, wieder herabfällt, vereinige. Man wird sehen, daß sich in dem obern Theil der Säule, die abgerissen war und gekocht hatte, eine Menge kleiner Luftbläschen befinden. Manche sind so groß, daß sie die Säule trennen, manche aber sind nur halbe Bläschen. Sobald die Röhre kalt wird, werden auch die ganzen Luftbläschen halbe und setzen sich an der Röhre fest an. Man muß daher die Kugel so lange, bis dieses geschieht, in einer gleichen Wärme erhalten, damit das Thermometer nicht steige und nicht falle. Das eine wie das andere würde nachtheilig seyn. Würde man das Quecksilber sinken lassen; so würden die Bläschen, wenn sie noch ganze sind, in die Kugel hinabgehen und man würde nichts gewonnen haben. Würde man aber durch größere Hitze das Thermometer zum Steigen zwingen, so würden sich die ganzen Bläschen, die mit der Quecksilbersäule hinaufgetrieben werden, mit den halben Bläschen, die sich an die Röhre angehängt haben, vereinigen; würden dadurch größer werden, und sich entweder nie mehr, oder doch mit vieler Schwierigkeit in halbe Bläschen verwandeln.

Ist nun die Röhre kalt worden, und die Luftbläschen haben sich vermindert, sind zu halben Bläschen worden und haben sich an die Röhre festgesetzt; so bringt man das Thermometer in ein kaltes Wasser, oder in

schmelzendes Eis. So wie das Quecksilber sinkt und an den Luftbläschen vorbeigeht, wird das Quecksilber von der Luft gereinigt.

Dieses erstbeschriebene Verfahren muß man sehr oft wiederholen, so lange nämlich, bis die Quecksilbersäule, die in der Röhre über der Kugel steht, keine merkliche Luftbläschen mehr absondert, und so hell und glänzend wird, als das schönste polirte Silber: es dürfen sich daher keine kleine sichtbare Punkte mehr darin erkennen lassen.

10) Die Probe aber endlich, ob das Quecksilber genug von der Luft gereinigt sei, ist folgende: Man untersuche durch den Eis- und Siedpunkt, an welchen Ort der Röhre der 252te reaumurische Grad trifft, und bezeichne diesen mit einem Faden. Dann bringe man die Kugel über glühende Kohlen; erwärme sie aber ganz gelind, und zwar nicht nur von unten auf, sondern auch von der Seite, damit das Quecksilber in allen seinen Theilen gleich stark erhitzt werde. Kann man nun das Quecksilber bis zum 252ten reaumurischen Grad hinauftreiben, ohne daß es in der Kugel, oder in dem untern Theil der Röhre anfange aufzuwallen; so ist es genugsam von der Luft gereinigt.

Man lasse sich dann noch ein cylindrisches Gefäß von Thon, 1 bis 1½ Zoll weit und 8 bis 9 Zoll hoch, welches innen wohl verglasirt ist, verfertigen. Dieses fülle man mit Rübsaamenöl, stelle es auf Kohlen und bringe das Thermometer hinein. Man erhitze das Öl, daß das Thermometer auf den 252 Grad steige. Fängt bei dieser Hitze das Quecksilber in der Kugel nicht an zu ko-

chen, trennt sich die Säule nicht, zeigen sich auch in der Quecksilbersäule keine Punkte oder Luftbläschen; so ist das Thermometer vollkommen.

Noch muß ich bemerken, daß wenn auch in dem heißen Öl die Quecksilbersäule Luftbläschen bekommt, man dem Thermometer öfters seine völlige Richtigkeit geben könne, wenn man die Luftbläschen nur in Halbbläschen verwandeln und dann das Thermometer kalt werden läßt. Denn wenn die Quecksilbersäule unter die Bläschen herabfällt, so wird sie gänzlich von der Luft gereinigt. Kann man auch durch den ersten Versuch ihm nicht seine ganze Vollkommenheit geben, so wird man es doch durch einige wiederholte Versuche erhalten.

11) Die Gradleiter zu diesem Thermometer kann man auf eine mössinge Platte zeichnen. Diese aber darf nur bis zur Kugel gehen und hat nicht nöhig, über 1 Zoll breit zu seyn. Gut ist es, wenn man diese mössinge Platte ungefähr an dem Ort, wo die Hitze des kochenden Wassers hinfällt, mit einem Charnier versieht, damit man den untern Theil, bei Versuchen, zurückschlagen könne. Will man diesen Thermometern die Fahrenheitischen Gradleiter geben, so ist es genug, wenn man allemal blos den 5ten Grad zeichnet und die dazwischen fallende Grade nach dem Augenmaaß schätzt. Auch bei der reaumurischen Gradleiter wird man nur allezeit über dem andern Grad, eine Linie ziehen können.

§. 57. Beim Zuschmelzen der Weingeistthermometer hat man zugleich noch eine Nebenabsicht, nämlich, diese Thermometer dadurch in den Stand zu setzen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten. Hr. du Crest

war unstreitig der erste, dem es gelang, die Weingeistthermometer dergestalt einzurichten, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten konnten. Zuvor hatte man dieses nicht geglaubt. Das Verfahren des dü Crest bestund darin. Er schmelzte seine Thermometer zu, wenn das Thermometer auf dem Mittelmäßigen der Ende und das Barometer 27 Zoll 9 Linien stund. Dadurch blieb viele verdichtete Luft in dem obern leeren Raum des Thermometers; diese drückte auf dem Weingeist, wenn er bei der Hitze des siedenden Wassers aufwallen wollte, und dadurch erlangte Hr. dü Crest, daß seine Thermometer die Hitze des siedenden Wassers aushielten. Weil aber diese eingeschlossene Luft, wenn sie gepreßt wird, im Stande ist, durch ihre Wirkung gegen den Weingeist, die Kugel, als den schwächsten Theil des Thermometers, zu zersprengen, wie ich selbst zwei dergleichen unangenehme Erfahrungen habe; so hat Hr. dü Crest an das Ende der Röhre ein gläsernes Gefäß, in Gestalt einer ovalen Kugel, wie an den gewöhnlichen Barometern (siehe Tab. 1, fig. 5) angeschmolzen, damit die Luft sich darin ausbreiten kann. Damit aber bei dem Zuschmelzen, durch die Erwärmung der Kugel, die verdichtete Luft nicht wieder aus dem Thermometer getrieben werde, so zieht er erst an das offene Ende des Gefäßes eine feine Spitze, läßt diese erkalten und schmelzt dann diese Spitze in großer Geschwindigkeit zu.

§. 58. Man sieht leicht ein, daß ehe das dü Crestische Weingeistthermometer zugeschmolzen wird, es genau so hoch mit Weingeist angefüllt seyn müsse, daß bei der Hitze des siedenden Wassers der Saft nicht in das

Gefäß tritt, aber auch nicht zu tief unter demselben stehen bleibt, sondern noch bis gegen einen halben Zoll in das Gefäß hineinreicht. Hat man schon ein richtiges Weingeistthermometer, an welchem der Eis- und Siedpunkt bezeichnet ist, so kann man bald überschlagen, ob zu viel oder zu wenig Saft in der Röhre sei. Z. E. das berichtigte Thermometer sei vom Eis- bis Siedpunkt in achtzig Grade eingetheilt und stünde in einem Zimmer zehn Grade über dem Eispunkt; so hängt man das neue Thermometer zu ihm hin und bemerkt an ihm diesen Grad der Wärme. Dann bezeichnet man mit einem Faden an dem berichtigten Thermometer den dreisigsten Grad, nimmt es vom Brett ab und stellt es mit dem neuen Thermometer in ein warmes Wasser, dem man eine Temperatur zu geben sucht, in welcher das berichtigte Thermometer genau auf dem Faden oder dem dreisigsten Grad zu stehen kommt. In dieser Temperatur bezeichnet man auch, wo das neue Thermometer steht. Folglich hat man an dem neuen Thermometer ein Maaß von zwanzig Graden, oder den dreisigsten Grad. Damit kann man durch einen Zirkel überschlagen, wo der Punkt des siedenden Wassers hinfällt, und ob zu viel oder zu wenig Saft im Thermometer sei.

§. 59. Hat man noch kein verfertigtes Thermometer, so suche und bezeichne man an seinem zu verfertigenden Thermometer den Eispunkt. Dann nehme man die Kugel seines Thermometers eine halbe Stunde lang unter den Arm auf den blosen Leib, und bemerke den Punkt, wie hoch das Thermometer gestiegen. Theilt man den Raum zwischen den zwei bezeichneten Punkten in dreisig Grade ein, und trägt vom Eispunkt achtzig dergleichen

Grade die Röhre hinauf, so findet man den Ort, wo der Siedpunkt hinfällt.

Unter dem Eispunkt müssen wenigstens etliche zwanzig bis dreisig Grade bleiben. Bleiben nicht so viele Grade, so ist der Cylinder oder die Kugel zu groß, welches aber nicht geschehen wird, wenn man die §. 20 bis 23 gegebenen Regeln befolgt hat.

§. 60. Ist zu viel Saft in der Röhre, so bringt man ihn heraus, wenn man das Thermometer da anfäßt, wo der Saft wegweichen soll, und es von oben nach unten durch die Luft schleudert. Weil dadurch der überflüssige Saft in das Gefäß gelaufen, so dreht man das Thermometer um, damit er gegen die Spitze des Gefäßes trete, erwärmt darauf das Gefäß ein wenig; so lauft der darin befindliche Saft sogleich heraus.

Soll aber noch mehr Saft in das Thermometer kommen, so erwärmt man nur das Gefäß ein wenig, und stellt es darauf mit seiner offenen Spitze in reinen Weingeist, so tritt sogleich, so viel man nöthig hat, von demselben in das Gefäß. Von diesem bringt man durch das Schleudern, §. 39, den Saft in die Röhre und vereinigt ihn mit dem andern Weingeist.

§. 61. Hr. Dürand in Frankreich hat eine Methode erfunden, die Weingeistthermometer geschickt zu machen, daß sie zuvor bei eröffneter Röhre den Grad des siedenden Wassers aushalten. Hr. de Luc, der diese Art, die Thermometer zum Aushalten der Hitze des siedenden Wassers geschickt zu machen, vorzüglicher fand, als die dü Crestische, hat sie in seiner Untersuchung 2c. §. 423 d. e. umständlich beschrieben. Ich will die Beschreibung

hievon mit seinen eigenen Worten geben. „Man muß „das Thermometer, wenn es beinahe voll Weingeist ist, „im Wasser so stark erwärmen, als ohne Aufwallen des „Weingeistes möglich ist, d. i. bis zum 60sten bis 65sten „Grad des Quecksilberthermometers. Hierauf verschließt „man es, indem die Röhre ganz voll Weingeist ist. Beim „Erkalten verdichtet sich nun derselbe und läßt den obern „Theil der Röhre luftleer. Da nun die Luft im Wein-„geist des Drucks der obern entledigt ist, so breitet sie „sich aus und geht nach und nach davon. Man sieht sie „langsam in sehr kleinen Blasen aufsteigen und aus dem „Weingeist in den leeren Raum gehen. Oft sammelt sie „sich, wo die Kugel an die Röhre stößt, und erhebt „die Weingeistsäule. Man bringt alsdann die letztere „auf die gewöhnliche Art in ihren Stand zurück, indem „man das Thermometer, auf die gewöhnliche Art, an „einem Bindfaden herumschleudert. 423 e. Dieses Her-„ausgehen der Luftblasen ist von verschiedener Dauer. „Gemeiniglich hört es nach etlichen Tagen auf, bisweilen „dauert es auch mehrere Wochen. Wann es vorüber „ist, so öffnet man das Thermometer, und setzt es in „Wasser, das man nach und nach bis zum Sieden er-„hitzt. Da bei dieser zweiten Erwärmung die Hitze „größer ist, so geht noch etwas Weingeist heraus. Man „nimmt noch überdieß etwas heraus, entweder durch „Saugen, oder indem man die Röhre umkehrt und schüt-„telt, bis die obere Fläche der Säule 2 bis 3 Linien „unter dem Ende der Röhre steht. Wenn alsdann der „Weingeist die ganze Wärme des siedenden Wassers an-„angenommen hat, schmelzt man die Röhre zu."

§. 62. Man sieht hieraus, daß diese Thermometer nicht im eigentlichen Verstand luftleer sind. Denn die Röhre ist beim Zuschmelzen 2 bis 3 Linien (es können auch mehrere seyn) leer. In diesem leeren Raum befindet sich Luft; und da das Zuschmelzen im siedenden Wasser selbst geschehen muß, folglich die Spitze der Röhre sehr fein und nur an einem gewöhnlichen Lichte ohne Lothröhre zugeschmolzen werden muß, so bleibt etwas Luft darin. Diese zurückgebliebene Luft beträgt, wenn das Thermometer im siedenden Wasser steht, so viel, als der Druck der Atmosphäre betragen hat, da die Röhre noch offen war. Deßwegen darf man nicht besorgen, als ob der leichte Weingeist, in diesem sogenannten luftleeren Raum, höher hinaufsteige, als er bei eröffneter Röhre steigen würde; und man kann nie den Einwurf machen, diese Thermometer stünden im siedenden Wasser zu hoch, da sie nie höher stehen, als bei eröffneter Röhre, welcher Stand aber nur allein für den richtigen angenommen werden kann.

§. 63. Ob man gleich diesen sogenannten luftleeren Weingeistthermometern den Vorzug vor denen mit eingeschlossener Luft beschwerten geben muß; so ist doch nicht zu läugnen, daß die Verfertigung derselben außerordentlichen Schwierigkeiten unterworfen ist. Ich habe die Probe sehr oft gemacht, auf die Dürandische Art, die Thermometer bei eröffneter Röhre in siedendem Wasser zu erhalten. Es gelang mit aber nur ein einziges Mal, eines zu Stand zu bringen. Wenn man glaubt, man habe seine Sache auf das Beste, so spritzt der Weingeist auf einmal heraus, und alle vorhergegangene Mühe ist

verloren. Ich habe deßwegen drei andere Methoden erdacht, wobei man vollkommen sicher ist.

§. 64. Erste Art. Ich überschlage an einem Thermometer, erstlich nach §. 58, ob genau so viel Weingeist darin enthalten sei, daß, wenn es in siedendes Wasser gebracht wird, der Saft desselben so weit hinaufsteigt, daß die Röhre noch einen Zoll leer bleibe. Das Ende der Röhre ziehe ich in eine feine Spitze aus, die so fein als ein Haar ist. Hier aber muß man vorsichtig zu Werke gehen. Man muß nämlich untersuchen, ob diese Spitze bei dem Ausziehen nicht zusammengefallen sei. Um dieses zu erfahren, treibt man durch Erwärmung der Kugel den Saft 40 bis 50 Grad in die Höhe und stellt das Ende der Röhre in gefärbten Weingeist. Wenn, bei erfolgter Erkältung der Kugel, der Saft im Thermometer wieder zurücktritt, so wird sich von dem Weingeist etwas in die Spitze ziehen, wenn diese offen ist.

Ist man hievon überzeugt, so stellt man das Thermometer langsam in ein Wasser, welches beinahe siedet, oder eine Hitze von ungefähr 70 Graden hat. Bald wird sich eine Säule von Weingeist erheben und gegen das Ende der Röhre schnell empor spritzen. Augenblicklich nimmt man das Thermometer aus dem Wasser und bläst geschwind auf die Kugel, oder kühlt sie ein wenig mit der Hand ab. Die enge Spitze läßt nicht viel Weingeist herauslaufen und das schnelle Abkühlen der Kugel verhindert es ingleichen. Ehe nun die emporgetriebene Säule wieder hinabfallen kann, hält man die Spitze in die Flamme eines schon bereit stehenden Lichtes, wodurch das Thermometer augenblicklich verschlossen wird.

Nunmehr wäre das Thermometer luftleer. Allein sobald man die, von der Luft emporgetriebene Säule hinabschleudert, so tritt nicht nur die erste Luftblase, sondern bald noch mehrere, in den obern leeren Raum. Diese aus dem Weingeist getretene Luft ist hinlänglich, die Weingeistsäule zu beschweren, daß sie im siedenden Wasser aushält.

§. 65. Dieses Thermometer wird in siedendes Wasser gestellt. Ich habe bemerkt, daß es bei Weingeistthermometern, die, wie die dü Crestischen, viele verdichtete eingesperrte Luft enthalten, besser sei, wenn man das Wasser nach und nach erwärmt, oder wenigstens das Thermometer nach und nach in das siedende Wasser bringt. Eben diese Vorsicht ist nöthig, wenn man Thermometer bei eröffneter Röhre in siedendes Wasser bringen will. Hingegen bei luftleeren und dabei verschlossenen Thermometern habe ich das Gegentheil besser befunden. Diese stelle ich augenblicklich ganz, bis an das Ende der Röhre, in siedendes Wasser. Denn durch die Erwärmung der, in dem luftleeren Raum der Röhre enthaltenen wenigen Luft, wird ihre Elasticität vermehrt und diese wirkt dadurch etwas gegen die Weingeistsäule, daß sie nicht so stark aufwallen kann. Geschieht es indessen doch, so nimmt man das Thermometer aus dem Wasser und schleudert es, damit sich der Saft vereinige und die zwischen die Säule getretene Luft in den obern leeren Raum übergehe. Damit fährt man so lange fort, bis das Thermometer die Hitze des siedenden Wassers ruhig aushält.

§. 66. Ich habe zwar noch keine Probe, daß ein auf diese Art verfertigtes Thermometer, wenn es nachher

mit eröffneter Röhre in das siedende Wasser gestellt wird, eine andere Höhe angeben sollte, als es bei noch verschlossener Röhre hatte. Indessen ist es doch sicherer, diese wenige Mühe noch anzuwenden, das Thermometer aufzubrechen, es bei eröffneter Röhre eine Zeit lang im siedenden Wasser zu erhalten, und darinnen zuzuschmelzen, damit es vollkommen werde. §. 62.

§. 67. Man darf dabei nicht besorgen, daß, bei eröffneter Röhre, im siedenden Wasser der Weingeist herausspritzen werde. Mir ist wenigstens dieses noch nie begegnet. Wenn ein Thermometer einmal bei verschlossener Röhre das siedende Wasser ausgehalten hat, so verträgt es selbiges auch bei eröffneter Röhre. Ich habe hierüber unzählige Proben mit weiten Röhren, aber auch mit engen gemacht, deren Durchmesser kaum eine Sechstelslinie betrug. Ja ich habe sogar einmal ein eröffnetes Weingeistthermometer im heißen Öl auf den 95sten Grad der 80theiligen Abtheilung desselben gebracht, ehe der Weingeist aus der Röhre spritzte.

§. 68. Weil indessen diese Methode, die ich §. 64 folg. beschrieben habe, große Fertigkeit, Vorsicht und Übung erfordert, und es leicht geschehen kann, entweder, daß bei dem Emportreiben der Säule §. 64 durch eine zu große gegebene Hitze, der Weingeist durch die enge Spitze gar hinausgetrieben wird, oder daß, bei dem Abkühlen der Kugel, §. 64, die Säule wieder zu weit von der Spitze zurücktritt und man das Thermometer nicht genug luftleer machen kann, wenn man es in dieser Verfassung zuschmelzen wollte; so ersann ich

§. 69. Meine zweite Methode. Ich fülle das Thermometer wie gewöhnlich, und überrechne, ob nicht zuviel Saft darin sei, sondern die Röhre im siedenden Wasser noch einen Zoll leer bleibe. An das Ende der Röhre ziehe ich eine feine Spitze. Dann halte ich, ungefähr einen Zoll unter dem Ende des Saftes, die Röhre des Thermometers in einiger Annäherung gegen die Flamme eines Lichts. Dadurch trennt sich die Weingeistsäule und geht vorwärts gegen das Ende der Röhre. Ich fahre hierauf an dem Licht dieser abgerissenen Säule immerfort nach, bis ich sie an das Ende der Röhre hinaufgetrieben habe. Dadurch wird die über der Säule, in dem leeren Raum der Röhre befindliche Luft hinausgejagt. Wenn nun das abgerissene Stück der Weingeistsäule im Begriff ist, durch die Spitze hinauszutreten, so nehme ich die Röhre von dem Licht. Der Saft bleibt dann stehen und augenblicklich schmelze ich das Thermometer zu, so ist es luftleer. Das abgerissene Stück Weingeistsäule schleudere ich wieder hinunter und mache dadurch die Säule wieder ganz.

§. 70. Man stellt hierauf dieses Thermometer in siedendes Wasser, wie §. 65 gelehrt worden. Trennt die im Weingeist befindliche Luft die Säule, so vereinigt man sie allezeit wieder durch das bekannte Schleudern. Die aus dem Weingeist entledigte Luft steigt in den obern leeren Raum. Sie ist aber von keiner Bedeutung, und beträgt nicht mehr, als nur die Weingeistsäule so stark zu drücken, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten kann. Da diese Thermometer genug luftleer sind, so ist nicht nöthig, daß man sie nochmal eröffne und erst im siedenden Wasser zuschmelze. Ich gebrauche daher diese

Methode vorzüglich gerne, besonders bei Weingeistthermometern, die sehr enge Röhren haben, und denen doch nicht jedesmal wohl zu trauen seyn möchte, wenn man sie mit eröffneter Röhre in das siedende Wasser stellen wollte.

§. 71. Weil die Weingeistthermometer, wenn sie bei verschlossener Röhre die Hitze des siedenden Wassers einmal gut ausgehalten haben, auch bei eröffneter Röhre diese Hitze vertragen, §. 67, so bin ich auf die dritte Art, luftleere Weingeistthermometer zu verfertigen, gefallen, und weil diese die allerleichteste ist, so gebrauche ich sie gewöhnlich bei den Weingeistthermometern, die keine allzuenge Röhren haben, und die ich gerne erst im siedenden Wasser zuschmelzen möchte.

Ich überrechne, ob nicht zu viel oder zu wenig Saft im Thermometer sei und ob es im siedenden Wasser noch wenigstens einen halben Zoll leer bleibe. Dann stelle ich das Thermometer in ein sechzig reaumurische Grade heißes Wasser und schmelze es darin zu. Dieses geschieht, weil das Thermometer oben kein Gefäß hat, in welchem sich die verdichtete Luft ausbreiten könnte. Damit es nun nicht im siedenden Wasser durch die zusammengepreßte verdichtete Luft zersprengt werde, so wird es unter dem sechzigsten Grad zugeschmolzen. Hierauf bringe ich das Thermometer allmählich in siedendes Wasser und suche bei jedesmaligem Aufwallen des Weingeistes und Trennen der Weingeistsäule, durch das bekannte Schleudern, die Luft aus dem Weingeist zu treiben und seine Säule wieder zu vereinigen. Wenn die Weingeistsäule unbeweglich stehen bleibt, dann lasse ich das Thermometer noch eine halbe Stunde in dem siedenden Wasser stehen,

breche es nach diesem auf, ziehe eine feine Spitze an die Röhre und schmelze es im siedenden Wasser zu.

§. 72. Hat man Thermometer, die nicht bestimmt sind, die Hitze des siedenden Wassers auszuhalten, sondern die nur ungefähr bis zum sechzigsten reaumurischen Grad zeigen sollen; so zieht man, nachdem das Thermometer gefüllt, an dessen Röhrenende eine Spitze, und stellt das Thermometer in ein Wasser, welches sechzig reaumurische Grade heiß ist. Durch diese Wärme muß der Saft bis ans Ende der Röhre getrieben werden und herauslaufen. Lauft aus dem neuen Thermometer kein Saft mehr, so schmelzt man das Thermometer, wenn es noch ganz voll Saft ist, geschwinde zu; dadurch wird es luftleer. Trennt hierauf die Luft im Weingeist den Saft, so vereinigt man ihn wieder durch das bekannte Schleudern. Siehe Hr. de Luc l. c. §. 458 n.

§. 73. Man denkt vielleicht, es sei unnöthig, diejenigen Thermometer, die nie in das siedende Wasser kommen, luftleer zu machen. Allein, wenn dieses nicht geschieht, so können sie mit den Thermometern, die im siedenden Wasser gestanden haben, und deren Weingeist folglich von der Luft gereinigt ist, auch in den untern Graden nicht harmoniren, indem ein mit Luft vermengter Weingeist eine stärkere Ausdehnung hat, als ein von der Luft gereinigter.

§. 74. Es ist jetzt noch übrig, die streitige Frage zu beantworten, ob die luftleeren, oder die mit eingesperrter verdichteter Luft versehenen Thermometer vorzüglicher sind.

Die Vertheidiger der luftleeren Thermometer setzen an den mit verdichteter eingesperrter Luft versehenen Thermometern aus, sie seien im siedenden Wasser dem Zerspringen unterworfen, und wenn auch dieses nicht wäre, so könnte das Flüssige des Thermometers, bei der Hitze des siedenden Wassers, wegen des Drucks der eingesperrten Luft, nicht so hoch steigen, als in einem luftleeren oder eröffneten Thermometer. Hingegen behaupten die Vertheidiger der mit verdichteter Luft versehenen Thermometer, unter denen Hr. Strohmeyer und der Verfasser der Memoires sur la reforme des Thermometres etc. vorzüglich zu nennen sind, die Kugel zerspringe nicht, das Flüssige steige eben so hoch, als in den luftleeren Thermometern, und überdieß hätten die luftleeren Thermometer viele Fehler und Unbequemlichkeiten. Ich werde sämtliche Gründe und Einwürfe für und wider das eine oder das andere jetzt prüfen, und werde erstlich die Einwürfe, die Hr. Strohmeyer wider die luftleeren Thermometer macht, beantworten.

§. 75. An den luftleeren Quecksilberthermometern setzt er §. 14 aus: Wenn sie umgekehrt würden, so schlügen sie stark gegen das Ende der Röhre und zersprengten dadurch oft die Thermometer. Dieser Einwurf bedeutet sehr wenig. Man darf die Thermometer nur gut zuschmelzen und nicht gar ungestümm mit ihnen umgehen, so werden sie keinen Schaden leiden. Hat doch Hr. de Luc seine luftleeren Thermometer umgekehrt und sogar auf dem Pferd mit sich geführt.

§. 76. Ferner fährt Hr. Strohmeyer fort: Es setze sich bei luftleeren Quecksilberthermometern, zwischen dem

Cylinder und der Röhre, ein leerer Raum oder Luftblase, und wenn man es nicht bei jedem Versuch zusammenschüttle, so entstehe ein beträchtlicher Fehler. Auch hierauf ist leicht zu antworten. Es geschieht dieses nur bei solchen Thermometern, die nach Hrn. Stohmeyers Art (siehe §. 51) gefüllt und an denen das Queckſilber nicht genug von der Luft gereinigt ist. Siehe §. 50 n. 3.

§. 77. Hr. Strohmeyer beschuldigt endlich die luftleeren Thermometer eines Fehlers, den man kaum erwartet hätte. Seine eigenen Worte lauten also: „Von „sechs Weingeiſtthermometern, die ich nach dem de Luc„schen Versuch gemacht, habe ich kein einziges mit den „andern vollkommen übereinstimmend gefunden, wenn ich „den Siedpunkt mit Luft, gegen den nachherigen ohne „Luft, untersucht. Wie kann auch dieses seyn, da man „kein Zeichen hat, woraus man beurtheilen kann, wie „viele Luft aus dem Weingeist gezogen.“ Das Befremden über diesen unvermutheten Einwurf wird verschwinden, wenn man

1) bedenkt, daß Hr. Strohmeyer nie ein wahres luftleeres dürandisches Thermometer verfertigt habe. Dieses zu beweisen, will ich die eigenen Worte des Hrn. Strohmeyers aus seinem 14ten §. hersetzen. Er sagt: „die Thermometer von Weingeist luftleer zu machen, „lehrt Hr. de Luc in seinen Recherches etc. Es be„steht darin, daß man den Cylinder oder die Kugel im ko„chenden Wasser lange unterhält, jedoch nicht über den „sechzigsten Grad der reaumurischen Abtheilung steigen „läßt, weil sonst der Weingeist zu sieden anfängt und

„schleunig aus der Röhre spritzt. Wenn der Cylinder „lange genug in dieser Wärme unterhalten ist, so muß „man das in eine Spitze gezogene Ende der Röhre un„ter dem sechzigsten Grad zuschmelzen." Man vergleiche damit die Beschreibung, die Hr. de Luc von diesem Verfahren gegeben und die ich §. 61 angeführt habe; so wird man sehen, nicht nur wie flüchtig Hr. Strohmeyer den Hrn. de Luc müsse gelesen haben, sondern auch, daß er niemals luftleere Thermometer verfertigt haben könne (und wie geht wohl dieses zu, ein Thermometer lange im siedenden Wasser zu erhalten und es doch nicht höher als biß auf den sechzigsten reaumurischen Grad steigen, auch den Weingeist nicht sieden zu lassen? da das siedende Wasser zwei Grad Hitze enthält und den Weingeist in zwei Minuten zum Sieden bringt). Dieses nun, daß Hr. Strohmeyer keine wahren luftleeren Thermometer verfertigt hat, ist allein schon im Stande, seinen Einwurf über den Haufen zu werfen, da dasjenige, was er einwendet, die luftleeren Thermometer nicht trifft.

2) Der Einwurf des Hrn. Strohmeyers geht wider ihn selbst; gesetzt auch, daß er wahre luftleere Weingeistthermometer zu seinem vorgegebenen Versuch gehabt hätte. Er sagt nämlich: Wenn man die luftleeren Thermometer nachher mit Luft beschwert, so hätten sie nicht mehr mit dem ersten bezeichneten Siedpunkt zusammengetroffen. Dieß ist ja eben der Fehler, den man den mit Luft beschwerten Thermometern macht (§. 74)! und den also Hr. Strohmeyer hier selbst eingesteht. Daß aber nicht alle diese Thermometer einerlei Unterschied in dem Sied-

punkte angegeben, wenn er einmal (nach Hrn. Strohmeyers Ausdruck) mit Luft, und das anderemal ohne Luft, gesucht worden, d. h. daß nicht jedes dieser Thermometer, z. E. einen oder einen halben Grad, in siedendem Wasser tiefer gestanden, wenn sein Saft mit eingesperrter Luft beschwert war, als es zuvor stund, da es luftleer war, dieses hat seinen guten Grund. Manches Thermometer hat eine dünnere Kugel als das andere, diese gibt dem Druck der eingesperrten und ausgedehnten Luft mehr nach, und deßwegen kann auch in einem solchen Thermometer der Saft nicht so hoch steigen, als wenn die Kugel nicht so viel nachgeben würde. Dann muß auch das eine Thermometer des Hrn. Strohmeyers immer mehr eingesperrte Luft enthalten, als das andere. Er gibt Seite 23 die Anweisung: Man solle die Säule des Thermometers auf die halbe Höhe der Röhre treiben, und dann das Thermometer zuschmelzen. Nun kann das eine Thermometer funfzig und das andere zwanzig Grad unter dem Eispunkt; ferner, das eine zwei Linien über dem Siedpunkt bis zum Ende der Röhre, und das andere einen Zoll haben. Folglich kann bald der + funfzehnte, bald der + dreisigste Grad ꝛc. auf die Hälfte der Röhre fallen. Im leztern Fall bleibt nicht so viel eingesperrte Luft in dem Thermometer, als im ersten; und folglich wird auch die Säule des Thermometers im leztern Fall nicht so stark gedruckt, als im ersten, und kann deßwegen das eine Thermometer im siedenden Wasser etwas höher steigen, als das andere.

§. 78. Ich komme nun auf die genauere Untersuchung der mit eingesperrter Luft beschwerten Thermome-

ter. Der erste Fehler ist an ihnen, daß durch die Gewalt der eingesperrten Luft, wenn diese, bei dem Ausdehnen des Flüssigen, zusammengedruckt wird, die Kugel des Thermometers leicht zersprengt wird. Ich habe selbst zwei dergleichen betrübte Beispiele. Die Kugeln sprangen mit solcher Gewalt, daß sie die Hälfte des Wassers aus dem Gefäß und mir über die Hände und in das Gesicht warfen. Man kann zwar diesen Fehler abhelfen, theils wenn man, wie Hr. dü Crest that (siehe §. 57), oben an die Röhre ein etwas geräumiges ovalförmiges Gefäß schmelzt, darin sich die Luft ausbreiten kann, theils wenn man nach der Vorschrift des Verfassers der memoires sur la reforme des Thermometres etc. die Kugel dick von Glas macht. Indessen ist man im letztern Fall nicht allezeit sicher, ob nicht die Kugel, wie es öfters geschieht, ungleich dick sei.

§. 79. Gesetzt aber, man habe vom Zerspringen der Kugel nichts zu befürchten, so hat die eingesperrte und zusammengedruckte Luft eine schädliche Wirkung auf die Höhe des Thermometerstandes, wenn dieser auf einen hohen Grad kommt. Denn je höher das Thermometer steigt, desto mehr wird die Luft gepreßt, und desto mehr vermehrt sich ihre Elasticität. Man müßte gar keine Kenntniß von der Eigenschaft der Luft haben, wenn man dieses läugnen wollte. Diese, gegen die Thermometersäule wirkende Luft verhindert, daß das Thermometer im siedenden Wasser nicht so hoch stehen kann, als es stehen würde, wenn es sich frei ausdehnen könnte.

§. 80. Der Verfasser der memoires sur la reforme des Therm. versichert zwar durch eine Menge

angeführter Versuche, die ich in ihrem Werth und Würden lassen will, daß die mehr oder weniger eingesperrte Luft auf den Stand des Weingeistes in der Röhre keinen Einfluß habe. Hr. Strohmeyer versichert Seite 23, 24 das nämliche, wenn er sagt: er habe seine Thermometer, die er auf die Höhe der Röhre hinaufgetrieben und dann zugeschmolzen, nicht nur die von einer Art unter sich selbst sehr übereinstimmend, sondern auch die Quecksilber- und Weingeistthermometer bei ihrer Vergleichung mit einander, gleichförmiger befunden, als die luftleeren. Daraus folgte denn, daß mehr oder weniger eingesperrte Luft keinen Unterschied in dem Stand des Thermometers mache. Allein letzterer muß, als er dieses schrieb, sich sehr vergessen haben, da er in den unmittelbar vorhergehenden Zeilen sagt: „Ich muß bemerken, „daß die luftleeren Quecksilberthermometer gegen die, „welche man bis auf die Hälfte der Röhre zugeschmolzen, „um 3 Grad im Siedpunkt höher stehen. Die von Wein„geist ebenfalls, wenn es geglückt, daß man die Röhre „sehr lange im kochenden Wasser unterhalten können, „ohne daß der Weingeist herausspritzt" (hier redet Hr. Strohmeyer zum erstenmal, aber auch nur im Vorbeigehen, von dem Kochen der Weingeistthermometer mit offener Röhre!), „sonst aber verschiedentlich auf 2½, 2 und auch nur 1 Grad."

Der Stand des Thermometers ist aber, bei eröffneter Röhre, unstreitig der richtigste, weil die Thermometersäule da von nichts, als der Atmosphäre gedruckt wird, die sich allezeit gleich, und 27 Zollen Barom. Höhe gleich

ist. Nun ist das eine strohmeyerische Thermometer von diesem richtigen Stand 3, das andere 2½, das dritte 2 und das vierte um 1 Grad unterschieden. Wie kann deßwegen Hr. Strohmeyer sagen, daß seine Thermometer sehr genau miteinander übereinstimmen, da er einige darunter hat, die in ihrem höchsten Stand, sogar um 2 Grade unter sich selbst von einander abweichen? Hat folglich nicht der Druck der eingesperrten Luft einen beträchtlichen Einfluß auf die Höhe des Thermometers?

§. 81. Meine eigenen Erfahrungen beweisen dießfalls den schädlichen Einfluß der eingesperrten Luft auf die Thermometersäule.

Als ich meine, §. 71 beschriebene Methode, die Weingeistthermometer geschickt zu machen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten, erfand, hatte ich 6, nach den Grundsätzen des Hrn. dü Crest verfertigte Thermometer. Diese wollte ich luftleer machen. Ich setzte sie deßwegen nochmals in siedendes Wasser, um zu sehen, ob an ihnen der Siedpunkt richtig bezeichnet sei; dann brach ich sie auf und brachte sie auch bei eröffneter Röhre in das siedende Wasser. Daß dieses unter einerlei Barometerhöhe geschehen, versteht sich von selbsten. Vier von diesen Thermometern kamen bei eröffneter Röhre genau wieder auf den alten bezeichneten Punkt; die andern zwei stiegen ungefähr einen halben Grad drüber. Hier hatte also die eingesperrte verdichtete Luft sehr wenig geschadet. Die Ursache aber war, daß meine sämtlichen dü Crestischen Thermometer, am Ende der Röhre, ziemlich große Gefäße hatten, und daß ich aus diesen beim

zuschmelzen, durch das Erwärmen derselben, einen grossen Theil Luft getrieben hatte, weil mir zuvor durch die Luft im siedenden Wasser schon ein paar Thermometer zersprengt worden waren.

§. 82. Ich verfertigte demnach, nach eben dieser meiner Methode, §. 71, Weingeistthermometer, die keine Gefäße am Ende der Röhren hatten, und unter dem 60sten reaumurischen Grad zugeschmolzen waren. Der Siedpunkt fiel gemeiniglich nur 3 bis 4 Linien unter das Ende der Röhre. Ich bemerkte allezeit, wenn sie noch verschlossen und mit Luft beschwert waren, an ihnen den Punkt des siedenden Wassers; dann brach ich sie auf, und weil ich dieses sogleich that, so lange die Thermometer im siedenden Wasser stunden, so bemerkte ich jedesmal, daß sie augenblicklich gegen einen Grad stiegen. Hier hatte also die eingesperrte Luft schon eine merkliche Wirkung auf die Höhe des Thermometerstandes.

§. 83. Ich ging noch weiter und machte aus Vorsatz Versuche über diesen Gegenstand. Ich hatte unter meinen Thermometern eines, dessen Quecksilber besonders gut von der Luft gereinigt war. Vom Siedpunkt bis Ende der Röhre war noch ein leerer Raum von 2½ Zollen. Es war luftleer gemacht und der Grad des siedenden Wassers sehr sorgfältig an ihm bezeichnet. Dieses Thermometer brach ich auf, schmelzte es wieder zu, als es auf dem + 20 Grad der reaumurischen Abtheilung stund; und stellte es von neuen in das siedende Wasser. Es kam darin nicht höher, als auf den 78½ Grad. Als es noch im siedenden Wasser stund, brach ich es abermal

auf, und augenblicklich kam es wieder auf den Faden, oder seinen ersten Stand. Hier hatte also die eingesperrte Luft verursacht, daß der Thermometerstand 1½ Grad niedriger war, als er seyn sollte, und doch war der Cylinder, den dieses Thermometer hatte, von sehr dickem Glas. Seine Dicke betrug nämlich ¼ Linie, welches ich für einen Fehler halte, indem ein dickes Glas nicht so leicht erkaltet, als ein dünnes. Dem ungeachtet mußte dieser dicke Cylinder dem Druck der eingesperrten Luft nachgeben. Der ober dem Siedpunkt leer gebliebene Raum war größer, als man ihn gewöhnlich bei Quecksilberthermometern antrifft, und doch war er noch lange nicht groß genug, daß die eingeschlossene Luft der halben Röhre darin Raum hätte, ohne schädliche Wirkung auf die Höhe der Quecksilbersäule zu machen.

§. 84. Nimmt man nun diese sämtliche Erfahrungen zusammen, so findet man: 1) daß, wenn an das Ende der Röhre ein geräumiges Gefäß angebracht und selbiges beim Zuschmelzen wohl erwärmt wird, die eingesperrte Luft der Thermometerhöhe nichts, oder wenigstens sehr wenig schadet; 2) daß oben an allen Thermometern, die keine Gefäße und doch verdichtete eingesperrte Luft in sich enthalten, es sei viel oder wenig, der Siedpunkt nicht so hoch steigt, als er stehen sollte. Indessen billige ich aber doch die ganz luftleeren Quecksilberthermometer auch nicht, sondern ziehe diejenigen vor, die nach §. 54 im siedenden Wasser zugeschmolzen werden. Das bestgereinigte Quecksilber enthält, nach §. 47, noch etwas sehr wenige Luft. Der bloße Druck der Atmosphäre ist im

Stande, den etwa möglichen schädlichen Wirkungen dieser wenigen Luft sich zu widersetzen und dieser Druck der Atmosphäre kommt auf die Thermometersäule, wenn das Thermometer im siedenden Wasser zugeschmolzen wird. Es wäre deßwegen zu wünschen, wenn sich die Gelehrten in dieser Sache vereinigten und keine andere Thermometer, sie seien von Quecksilber oder Weingeist, gebrauchten, als die im siedenden Wasser zugeschmolzen worden, damit man sich auf die Richtigkeit ihrer Werkzeuge und Beobachtungen verlassen könne.

Anhang
zu dem vorhergehenden Kapitel.

Unmittelbare Versuche über die Wirkung der, in den leeren Raum des Thermometers eingeschlossenen verdichteten Luft, auf die Höhe des Thermometerstandes im siedenden Wasser.

§. 84 *a*.

Es war schon das vorhergehende Kapitel unter der Presse, als ich nochmal die zuversichtlichen und auf angeführte Erfahrungen sich beziehenden Behauptungen des ungenannten französischen Gelehrten, in seinen memoires sur la reforme des Therm. las, daß nämlich die, in den leeren Raum der Thermometersäule eingesperrte Luft die Ausdehnung der Thermometersäule nicht im mindesten verhindere. Ich hatte in dem letzten Kapitel das Gegentheil behauptet. Nun aber wollte ich meinen eigenen Versuchen nicht mehr trauen, da ich nicht vermuthen konnte, daß der bemeldete französische Gelehrte in allen seinen, über diese Punkte angestellten Versuchen entweder sollte gefehlt, oder, aus Liebe zu seiner Theorie, vorsetzlich etwas Falsches angegeben haben. Ich entschloß

mich daher, sorgfältige und genaue Versuche in dieser Sache anzustellen.

§. 84 *b*. Ehe ich meine Versuche anführe, muß ich erst über die Versuche des Verf. der memoires etc. einige allgemeine Erinnerungen machen.

Er schließt in seine Thermometer eine gewisse Menge Luft ein, ohne, wie Hr. dü Crest that, oben an die Röhre ein eiförmiges Gefäß anzuschmelzen. Er gibt nicht an, wieviel Luft eingesperrt werden soll; er sagt nur, man soll die Röhre zuschmelzen, zu der Zeit, wann der Saft vers le bas du tube tief stehe. Seite 64. Denn er behauptet, es möge viel oder wenig Luft eingeschlossen werden, so leide die Ausdehnung des Safts nichts dadurch.

Dann sagt der Verfasser, man solle die Kugeln schön rund und wohl stark machen, damit die zusammengepreßte Luft sie nicht ausdehne, oder zersprenge.

Ferner: Man soll das Thermometer bis zu dem 60sten oder 70sten Grad (der 100theiligen Skale), in das siedende Wasser stellen.

Endlich behauptet er nun, er habe unzähliche Versuche angestellt und die Luft bald mehr bald weniger zusammengepreßt, so, daß die eingesperrte Luft, wenn das Thermometer im siedenden Wasser stund, 3, 4, 6 und wohl 20mal mehr verdichtet war, als die freie Luft. S. 113, 114. Da er an einem und eben demselben Thermometer diese Versuche gemacht, der Saft aber im siedenden Wasser doch allzeit auf einerlei Höhe gestiegen, es mochte die eingesperrte Luft mehr oder weniger ver=

dichtet gewesen seyn; so erhelle, daß die eingesperrte Luft die Ausdehnung des Weingeists nicht hindere.

§. 84 *c*. Über dieses Verfahren des Verf. der memoires muß ich einige Bemerkungen machen. Erstlich: die Runde und Stärke der Kugel kann zwar, bei starker Pressung der verdichteten Luft, das Zersprengen der Kugel verhindern, aber auf die Verminderung der Ausdehnung des Safts kann auch eine schwache Kugel, wenn sie nur nicht wie ein Schaum ist, keinen Einfluß haben. Denn das Glas ist nicht wie eine Blase, die sich durch die Stärke der Luft ausdehnen ließe. Es ist zwar elastisch, wenn es in eine dünne lange Röhre gezogen ist; aber so wenig der Stahl, der noch elastischer und biegsamer ist (er sei auch noch so dünne), durch die Gewalt der Luft ausgedehnt werden kann, noch weniger kann dieses bei dem Glas Statt finden, da es noch spröder ist, als der Stahl. Am wenigsten ist dieses bei einer Kugel möglich. Wenn die Gewalt der Luft zu groß wird, so können die Theile der Kugel wohl zerreißen, aber nie sich ausdehnen.

Wenn demnach die eingesperrte verdichtete Luft die Ausdehnung des Saftes im Thermometer hindert, so muß der Saft selbst, durch die Gewalt und Elasticität der Luft, zusammengedruckt werden. Die Sache läßt sich auch, wie ich glaube, auf solche Weise wohl erklären. Die Theile des Flüssigen werden durch das Eindringen der Feuertheile ausgedehnt, es sei nun, daß die Feuertheile nur in die Zwischenräume des Flüssigen treten, und dadurch ihre vorhergehende genauere Verbindung hindern, oder daß die Feuertheile in die Bestandtheile des Flüssigen dringen und sie wie hohle Kugeln auftreiben. In bei-

den Fällen ist eine Zusammendrückung möglich, besonders im letzterm Falle, in welchem die Theile des Flüssigen im eigentlichen Verstande elastisch werden.

Nichts bedaure ich mehr, als daß ich mich nicht durch wirkliche Erfahrung von dieser Meinung überzeugen kann. Ich wollte eine Kompressionsmaschine verfertigen, indem ich nämlich eine Thermometerröhre ohne Kugel ganz mit Weingeist anfüllte und dann verschloß. Ich würde, wenn mir dieses gelungen wäre, gesehen haben, wie stark sich der eingeschlossene Weingeist, bei vorgenommener Erwärmung desselben würde zusammendrücken lassen, ohne die Röhre zu zersprengen. Und wenn er sich vor Zersprengung der starken Röhre, nur um 3 oder 4 Tausendtheile von seiner Masse würde zusammendrücken lassen, so wäre meine Hypothese bestätigt. Allein ich konnte meine Kompressionsmaschine nicht zu Stande bringen. Denn ich konnte die Röhre wohl an ihrem einen Ende fest zuschmelzen, aber, als sie einmal gefüllt war, so konnte ich das andere Ende, an welchem der Weingeist bis auf etliche Linien hinreichen mußte, nicht mehr fest zuschmelzen, indem die Luft in dem noch geringen leeren Raum der Röhre und der, durch die obwohl entfernte Flamme entzündete und herausbrennende Weingeist, das Zuschmelzen verhinderte.

Doch es mag sich der Weingeist selbst zusammenpressen, oder die Kugel ausdehnen lassen, so halte ich die eingesperrte Luft im Thermometer allezeit für eine gefährliche Sache, die man vermeiden muß, wenn man nur immer kann. Denn meine Erfahrungen werden beweisen, daß der Weingeist in Thermometern, durch die

eingesperrte verdichtete Luft, um 1 bis 2 Grad entweder komprimirt oder reprimirt werden könne.

§. 84 *d.* Daß der Verf. der memoires etc. seine Thermometer nur bis zu dem 60—70sten Grad, und nicht so hoch, als der Saft steigt, in das siedende Wasser bringt, ist ein eben so großer Fehler. Dieß ist der andere Punkt, den ich erinnern muß. Ohne Zweifel brachte er deßwegen nicht den ganzen Saft in das siedende Wasser, weil ihm dadurch manche Thermometer würden zersprengt worden seyn. Denn wenn der ganze Saft in dem siedenden Wasser steht, so kommt auch der obere leere Raum des Thermometers, worin die eingesperrte, verdichtete Luft ist, in eine große Hitze. Durch diese wird die Elasticität der ohnehin schon genug komprimirten Luft außerordentlich vermehrt und dadurch geht gemeiniglich die Kugel des Thermometers in Stücken.

Indessen ist es eine gar unsichere Methode, den Punkt des siedenden Wassers an einem Thermometer zu bestimmen, welches nicht ganz im siedenden Wasser steht. Meine Erfahrungen, die ich hierüber angestellt habe, werden beweisen, daß je mehr von dem Saft aus dem siedenden Wasser heraussieht, desto tiefer der Siedpunkt zu stehen komme. Es kann, nach Beschaffenheit der mehr oder wenigern Einsenkung in das Wasser, sogar gegen sieben Grade betragen.

§. 84 *e.* Drittens begeht der Verf. der memoires etc. einen noch größern Fehler, daß er nicht einen gewissen bestimmten Punkt beibehält, bis zu welchem er den Saft in das siedende Wasser bringt. Er sagt nämlich, man sollte das Thermometer bis zum 60sten oder

70sten Grad seiner 100theiligen Skale in das siedende Wasser stellen. Es kommt also dem Verfasser auf 10 Grade nicht an. Und doch verursachen 10 Grade seines Thermometers, die mehr oder weniger in das siedende Wasser gesetzt werden, einen Unterschied von ungefähr einem halben Grad, an der Höhe des Saftes in siedendem Wasser, wie meine Versuche zeigen werden.

§. 84 *f.* Hieraus kann ich nun viertens die Ursachen angeben, warum der Verfasser sich so zuversichtlich auf seine Erfahrungen beruft, die im Grunde doch falsch sind. Es kam ihm nicht darauf an, ob er sein Thermometer um 10 Grad mehr oder weniger tief in das siedende Wasser stellte. Hatte er nun einmal mehr verdichtete Luft in dem leeren Raum seines Thermometers, als das anderemal, und es wurde durch die mehr verdichtete Luft der Saft zusammengedrückt, so durfte er nur in diesem Fall sein Thermometer etwas tiefer in das siedende Wasser senken, um wieder die nämliche Höhe des Saftes zu bekommen, die das Thermometer zuvor, bei weniger verdichteter Luft, hatte. Seine Thermometer konnten also im siedenden Wasser immer auf einerlei Höhe kommen, ob sie gleich mehr oder weniger verdichtete eingesperrte Luft enthielten. Aber es war dieses vermuthlich nur eine Folge von einem fehlerhaften Versuche.

§. 84 *g.* Nachdem ich nun dasjenige angeführt habe, was ich mit Recht an den Versuchen des Verf. der memoires tadeln zu können glaubte; so will ich nunmehr von meinen hierüber angestellten Versuchen Nachricht geben.

Ich nahm von meinen Thermometern dasjenige, von welchem ich glaubte, es habe die stärkste Kugel. Als

sie am Ende zersprang, fand ich auch, daß ich mich nicht geirrt hatte. Sie war so dick von Glas, als man nur immer eine Thermometerkugel macht. Dieses Thermometer war, nach meiner angeführten Methode, im siedenden Wasser zugeschmelzt worden; folglich gewissermassen luftleer. Es war vom Eis- bis Siedpunkt in achtzig Grade getheilt; und der Siedpunkt unter der Barometerhöhe von siebenundzwanzig Zoll genommen worden. Über dem Siedpunkt war noch ein leerer Raum von sechs Graden. Ich erwählte zu meinen Versuchen einen Tag, wo das Barometer wieder siebenundzwanzig Zoll stund. An meinem Thermometer bezeichnete ich mit seidenen Fäden den 48sten und 56sten Grad, weil diese mit dem 60sten und 70sten des Thermometers des Verf. der memoires etc. übereinstimmen. Denn obgleich mein Weingeist eine andere Ausdehnung hatte, als der Weingeist des Verfassers, so ist die Abweichung doch nicht groß. Meine Versuche damit waren folgende.

§. 84 *h*. Erster Versuch. Ich brachte mein Thermometer in das siedende Wasser, erstlich bis zum Eispunkt, dann bis zum 48sten Grad, drittens bis zum 56sten Grad, und endlich mit seinem ganzen Saft. Im ersten Fall stieg es bis 73, 9 Grad, im zweiten Fall bis 78, 2; im dritten bis 79, und im vierten bis zum 80sten Grad.

§. 84 *i*. Zweiter Versuch. Ich eröffnete die Röhre, ließ den Saft bis auf den 60sten Grad steigen, und schmolz das Thermometer dann zu. Weil der Raum über dem Siedpunkt, in welchem die Luft komprimirt wird, 6 Grad, folglich die eingeschlossene Luft 26 Grad

beträgt, und diese 26 Grade, im siedenden Wasser, in einen Raum von sechs Graden zusammengepreßt werden; so ist in diesem Fall die Luft ungefähr viermal mehr verdichtet, als die Luft der Atmosphäre.

Ich stellte nun dieses Thermometer erstlich bis zum Eispunkt, dann bis zum 48sten, hierauf bis zum 56sten Grad, und endlich mit seinem ganzen Saft in das siedende Wasser. Im ersten Fall stieg es 74, im zweiten 77, 9, im dritten 78, 5, und im letzten 79, 2 Grad.

§. 84 *k*. Dritter Versuch. Ich eröffnete das Thermometer wieder, und ließ den Saft bis zum 40sten Grad hinaufsteigen. Weil der leere Raum nun nicht mehr 6, sondern 7 Grad beträgt, so wurde eine Luftsäule von 46 Graden eingeschlossen, und weil sich beim Siedpunkt diese Säule in einen Raum von sieben Graden muß zusammendrucken lassen, so ist die eingeschlossene Luft in diesem Fall unstreitig siebenmal mehr verdichtet, als die freie Luft.

Ich stellte nun mein Thermometer in das siedende Wasser, erstlich bis zum Eispunkt, dann bis zum 48sten, hierauf bis zum 56sten Grad, und endlich mit seinem ganzen Saft. Im ersten Fall stieg das Thermometer 74, 4, im zweiten 77, 6, im dritten 78, 2, und im letztern Fall 78, 7 Grad.

§. 84 *l*. Vierter Versuch. Ich eröffnete das Thermometer nochmal, ließ den Saft bis zum 20sten Grad hinaufsteigen, und versiegelte dann das Thermometer. Es war folglich eine Säule Luft von 66 Graden eingeschlossen, und weil sich diese in einen Raum von acht Graden

(denn der Saft stieg nicht mehr so hoch als zuvor) mußte zusammendrücken lassen, so war die eingesperrte Luft ungefähr achtmal mehr verdichtet, als die freie Luft.

Ich stellte nun das Thermometer wieder in das siedende Wasser, erstlich bis zum Eispunkt, dann bis zum 48sten, drittens bis zum 56sten Grad; und endlich mit seinem ganzen Saft.

Das Thermometer stieg im ersten Fall auf 73, 1, im zweiten auf 77, im dritten auf 77, 6, und im letzten Fall, so lange ich bemerken konnte, auf 78, 1 Grad. Ich vermuthete, es würde noch $\frac{1}{10}$ Grad steigen. Ehe aber dieses geschahe, zersprang die Kugel, die mir aber keinen Schaden brachte, weil ich diesen Fall mit zuversichtlicher Gewißheit vermuthete und mich darauf zubereitet hatte.

§. 84 *m*. Ich will nun diese vier Versuche in einer Tabelle vorstellen, damit man die Unterschiede besser bemerken und übersehen kann. Man wird in den Versuchen der vierten Kolumne, wo das Thermometer nur bis zu dem Eispunkt in das siedende Wasser gestellt wurde, eine große Unregelmäßigkeit bemerken. Vielleicht sind ein paar Fehler der Beobachtung dabei vorgegangen; denn ich nahm diese Versuche nur als eine Nebensache mit und wandte nicht die größte Sorgfalt darauf. Der Verf. der memoires sagt aber auch noch, wenn man den Saft zu wenig in das siedende Wasser stelle, so gebe das Thermometer eine sehr veränderliche Höhe an. Vielleicht ist hier dieser Fall.

Tabelle.

so stund der Saft	Wenn das Thermometer in das siedende Wasser gestellt wurde, bis zum 80sten Grad, oder Ende des Safts.	bis zum 56sten Grad.	bis zum 48sten Grad.	bis zum Eispunkt.
1) In der luftleeren Röhre.	80 Gr.	79	78, 2	73, 9
2) In der unter dem 60n Grad versiegelten Röhre.	79, 2	78, 5	77, 9	74
3) In der unter dem 40n Grad versiegelten Röhre.	78, 7	78, 2	77, 6	74, 4
4) In der unter dem 20n Grad versiegelten Röhre.	78, 1 Hier sprang die Kugel.	77, 6	77	73, 1

§. 84 *n.* Es reut mich nicht, diese mühsamen Versuche, über die Wirkung der eingesperrten verdichteten Luft auf den Thermometerstand im siedenden Wasser, gemacht, und über diesen Versuchen ein gutes Thermometer aufgeopfert zu haben. Denn ich denke, sie können einen entscheidenden Ausspruch in der streitigen Frage thun, ob man eingesperrte verdichtete Luft in dem Thermometer lassen soll oder nicht? Ich eigne mir indessen kein Verdienst deßwegen zu, sondern bitte nur meine Leser um billige Nachsicht für diese Ausschweifung, die länger gerieth, als ich selbst vermuthete. Dieser Weitläuftigkeit ungeachtet muß ich noch über den Verf. der memoires einiges bemerken.

Er glaubte, in seinem ersten memoire, der Erste zu seyn, der, durch Einsperrung verdichteter Luft in die leere Röhre des Thermometers, es dahin gebracht, daß der Weingeist im siedenden Wasser aushalte. Als man ihm von der Akademie gesagt, Hr. dü Crest habe dieses vor vierzig Jahren gethan und Hr. Dürand habe es dahingebracht, daß der Weingeist auch bei eröffneter Röhre im siedenden Wasser aushalte, so hat er dagegen eingewendet: Erstlich, diese dürandische Methode, die auch Hr. de Luc gebraucht und beschrieben hat, sei unendlichen Schwierigkeiten unterworfen. Dieses ist zwar wahr; allein wenn ich auch nicht leichtere und sicherere Methoden, dieses zu bewerkstelligen, von §. 64 bis §. 71 angegeben hätte, so dürfte man doch auch die größte Beschwerlichkeit nicht scheuen, um nur richtige Werkzeuge zu bekommen. Zweitens sagt der Verfasser, wenn gleich andere

vor ihm ebenfalls verdichtete Luft in die Thermometer eingeschlossen, so hätten sie doch nicht den Nutzen aus diesem Verfahren zu ziehen gewußt, der dadurch erhalten werden könne. Dieser Vortheil besteht aber, nach seiner Meinung, darin, daß dadurch eine gleichförmigere Ausdehnung des Weingeistes erhalten werde. Er beschuldigt den Hrn. de Luc, er habe den Weingeist dadurch, daß er ihn seiner Luft beraubt, in einen unnatürlichen Zustand versetzt (denaturé pag. 126) indem die Luft zu seinem (principe) Wesen gehöre und behülflich sei, daß er seine Farbe besser erhalte. Hierauf antworte ich: die verdichtete eingesperrte Luft macht die Ausdehnung des Weingeistes nicht gleichförmiger, sondern unregelmäßiger, wie aus meiner Tabelle, §. 84 m, erhellt. Hingegen in luftleeren Röhren steigt in siedendem Wasser der Weingeist allezeit auf einerlei Höhe, man mag den Versuch so oft machen, als man will, wenn nur die Barometerhöhe einerlei ist. Auch stimmen alle luftleeren Thermometer in den untern Graden besser zusammen, als ich ehemals an dü Crestischen Thermometern, die ebenfalls eingesperrte Luft enthielten, bemerkt habe. — Auf den andern Punkt, daß nämlich der Weingeist durch das Reinigen von der Luft unnatürlich gemacht worden, ist noch leichter zu antworten. Denn theils gehört ja die Luft nicht zum Wesen des Weingeists, theils irrt der Verf. der memoires sehr, wenn er glaubt, sein Weingeist enthielte noch seine vorige Luft, wenn das Thermometer gleich schon in siedendem Wasser ausgehalten habe. Er gesteht ja selbst ein, daß Luftblasen aus dem Weingeiste emporsteigen, wenn man das Thermometer in das siedende Wasser

bringe; ja, diese Luftblasen werden, besondern in engen Röhren, öfters so heftig, daß sie den Saft trennen und man ihn nicht anders, als durch das bekannte Schleudern, wieder vereinigen kann. Folglich geht die Luft aus dem Weingeist in den obern leeren Raum des Thermometers, wenn gleich das Thermometer verschlossene verdichtete Luft enthält, die gegen den Saft wirkt. Der augenscheinlichste Beweis aber, daß, auch in den Thermometern mit eingesperrter verdichteter Luft, der Weingeist im siedenden Wasser von aller Luft gereinigt werde, ergibt sich dadurch, wenn man ein solches Thermometer, nachdem es aus dem siedenden Wasser gekommen, öffnet, — und mit eröffneter Röhre in das siedende Wasser stellt. Denn wenn es bei verschlossener Röhre im siedenden Wasser ausgehalten hat, so verträgt es auch die Hitze des siedenden Wassers bei eröffneter Röhre. Dieses ist aber ein deutlicher Beweis, daß der Saft von der Luft vollkommen müsse gereinigt seyn.

Wenn der Verfasser glaubt, der Weingeist erhalte seine Farbe nicht so gut in luftleeren Thermometern, als in einem andern, welches eingeschlossene Luft enthält; so ist dieses nur eine Muthmassung, denn er glaubt, es könne beim Weingeist eben das geschehen, was beim flüchtigen Salmiakgeist, der mit Kupferfeilspänen blau gefärbt worden, vorgeht. Von diesem sagt er, er verliere seine Farbe, wenn man ihn verschlossen halte, bekomme sie aber wieder, wenn man ihm Luft zulasse. Allein ich habe schon verschiedene Jahre luftleere Weingeistthermometer, die ihre Farbe so gut behalten, als die andern.

Dann muß auch das, was der Verfasser von dem Salmiakgeist anführt, nicht allgemein geschehen. Ich hatte ein Salmiakgeistthermometer, welches über vierzig Jahre alt und, wie man leicht begreift, verschlossen war, und doch war seine blaue Farbe noch so vollkommen, als ob das Thermometer erst wäre verfertigt worden. Ich habe selbst schon vor zwei Jahren aus dem besten Salmiakgeist, den ich mit Grünspan blau färbte, Thermometer verfertigt, sie luftleer gemacht, und sehr lange im siedenden Wasser unterhalten, und ihre Farbe ist heute noch so gut, als im Anfang.

§. 84 o. Ich übergehe noch einige andere, weniger bedeutende Irrthümer des Verf. der memoires. Aber noch einen muß ich anführen, der manche, auch geübte Leute, wie ich aus der Erfahrung weiß, in Irrthum mit hinziehen könnte. Er sagt Seite 32: Dans le Thermometre debouché et placé dans l'eau bouillante, vous n'obtiendrés jamais que la chaleur de l'esprit de vin bouillant, chaleur fort inferieure à celle de l'eau. „In einem mit eröffneter Röhre in das siedende „Wasser gesetzten Thermometer werdet ihr nie eine an„dere Wärme erhalten, als die Wärme des siedenden „Weingeists, die viel geringer ist, als die Wärme des „kochenden Wassers.“ Dieses mag der Verfasser anfangs geglaubt haben. Als er aber des Hrn. de Luc Versuche über das kochende Wasser las, mußte er seinen Irrthum einsehen. Er verbessert ihn deßwegen Seite 65 in einer Anmerkung also: Je dis dans *son état naturel:* Car de l'esprit de vin, bien purgé d'air, pourroit dans

un tube ouvert supporter, sans bouillir, la chaleur de l'eau bouillante. Zuvor aber, Seite 32, hatte er ausdrücklich gesagt, in einem eröffneten Thermometer werde man nie die Hitze des siedenden Wassers, sondern nur die Hitze des siedenden Weingeists erhalten. Der Verfasser verirrte sich durch folgenden Umstand. Wenn ein Weingeist in einem offenen Gefäß kocht, so verliert er einen großen Theil seiner Hitze, weil seine Oberfläche der freien Luft ausgesetzt ist, und durch sein Aufwallen die Feuertheile leicht entwischen. Aber wenn der Weingeist in einem Thermometer von der Luft gereinigt ist, so wallt er nicht mehr auf, und überdieß hat er auch in der Röhre eine sehr kleine Fläche, daher nichts von seiner Hitze entwischen kann.

Die Erfahrung beweist auch, daß ein Weingeistthermometer, es mag verschlossen oder eröffnet seyn, im siedenden Wasser allezeit auf einerlei Punkt zu stehen komme. Wirkt aber die ober dem Saft eingeschlossene Luft zu stark auf den Saft, so steht das Thermometer, bei eröffneter Röhre, wohl noch höher, als es bei verschlossener Röhre gestanden war, und geschieht das Gegentheil von dem, was der Verfasser vorgab.

§. 84 *p.* Auch in den Quecksilberthermometern läßt der Verf. der memoires eingesperrte verdichtete Luft. Er hält die luftleeren Quecksilberthermometer sogar für sehr fehlerhaft und sagt, die meisten Künstler hätten diese Art, sie luftleer zu machen, aufgegeben. Ihr Fehler, sagt er, sei, daß sie sehr wider die Röhre schlagen, wenn man sie umkehre, worauf ich oben schon geantwortet

habe. — Dann führt er an, das Quecksilber lasse sich nicht vollkommen von der Luft reinigen. Es bleibe allezeit ein kleines Bläschen, von dem ich auch an seinem Ort geredet habe. Dieses dehne sich aus, wenn auch keine Luft dagegen drücke, und trenne wohl gar die Säule. Endlich führt er an, wenn man in ein Quecksilberthermometer verdichtete Luft einsperre, so werde es in den Stand gesetzt, eine sehr große Hitze, nämlich die Hitze des kochenden Quecksilbers, auszustehen.

Es ist wahr, wenn ein Quecksilberthermometer eine sehr große Hitze aushalten soll, so muß es eingesperrte Luft enthalten, wie ich auch oben schon bei Abhandlung dieser Materie angeführt habe. Aber bei Quecksilberthermometern, zum gemeinen und gewöhnlichen Gebrauch, ist die eingesperrte Luft sehr schädlich. Sie wirkt, so gut als bei den Weingeistthermometern, gegen die Säule des Quecksilbers, und läßt sie, besonders in den obern Graden, nicht so hoch steigen, als sie sollte und könnte. Dann beschmutzt die eingeschlossene Luft das Quecksilber, daß sich an dem Ort, wo das Quecksilber gemeiniglich, und am öftesten hin und her geht, eine schmutzige Rinde an die Röhre anlegt, wodurch das Thermometer verdorben wird, wie der Verf. der memoires selbst gesteht. Was endlich das kleine Luftbläschen, welches im Quecksilber zurückbleibt, anbetrifft, so muß man freilich gestehen, daß es viel schwerer sei, ein gutes Quecksilber-, als Weingeistthermometer zu verfertigen. Aber durch unermüdeten Fleiß und Genauigkeit kann man das Quecksilber so weit von der Luft reinigen, daß das letzte Bläschen

nicht größer, als eine Nadelspitze wird. Dieses bringt keinen Schaden mehr; und um allen schädlichen Folgen vorzukommen, habe ich oben den Vorschlag gethan, die Quecksilberthermometer, so wie die Weingeistthermometer, in dem siedenden Wasser zuzuschmelzen. Dadurch erlangt man, daß nicht nur die lange Quecksilbersäule des Thermometers, sondern auch die Schwere der ganzen Atmosphäre, die der Schwere einer Quecksilbersäule von 27 Zollen gleichkommt, auf dieses ohnehin ausserordentlich kleine Luftbläschen druckt, und durch diese große Last verhindert, daß es sich soviel als gar nichts ausdehnen, folglich keine Unregelmäßigkeit in der Ausdehnung des Quecksilbers verursachen kann.

Das fünfte Kapitel.

Von dem obern festen Punkt der Thermometer.

§. 84 q.

Der obere feste Punkt der Thermometer ist die Hitze des siedenden Wassers. Dieser Punkt muß eher, als der untere feste Punkt, gesucht und bezeichnet werden. Denn theils könnte der Faden, womit der untere Punkt bezeichnet worden, verrückt werden, indem man das Thermometer lange Zeit in siedendem Wasser unterhält, theils habe ich an den Weingeistthermometern, an denen ich den Eispunkt eher bezeichnete, als den Siedpunkt, bemerkt, daß, wenn ich das Thermometer eine Zeit lang in siedendem Wasser unterhalten hatte, alsdann die Kälte des schmelzenden Eises öfters um mehr als ¼ Grad tiefer fiel, als das erstemal. Vielleicht sind im siedenden Wasser so viele Geister vom Weingeist in die obere leere Röhre gestiegen, als dieser Mangel betrug; aber weil ich in der leeren Röhre nichts vom Weingeist antraf, so kommt es mir wahrscheinlicher vor, daß sich durch die Hitze des siedenden Wassers noch viele Luft von dem Weingeist losgemacht habe, und daß dadurch die Säule des Weingeists vermindert worden sei. Denn ich bemerkte, daß dieser Fall nur bei denjenigen Thermometern Statt

finde, die nicht, nach des Hrn. Dürands Art, zuvor schon von der Luft gereinigt worden, sondern die, nach des Hrn. dü Crest Methode, erst im siedenden Wasser ihrer Luft entledigt worden sind.

§. 84 r. Der Eispunkt wurde zuerst von der florentinischen Akademie del Cimento zur Berichtigung der Thermometer gebraucht. Dieses geschah zwischen den Jahren 1657 und 1667. Siehe Lamberts Pyrometrie §. 29.

Neuton bemerkte zuerst die Hitze des kochenden Wassers an seinem Leinölthermometer an; sagt davon, sie sei dreimal größer, als die Sonnenwärme, und vermuthete, daß diese Hitze sehr beständig sei. Diese Nachricht gab er im Jahre 1680.

Der selige Lambert sagt in seiner Pyrometrie, §. 103, Halley machte 1692 und Amontons 1702 viel Wesens davon, daß das siedende Wasser nur auf einen gewissen Grad warm werde, und daher zur Eintheilung der Thermometer gebraucht werden könne.

§. 85. Die Bestimmung des Siedpunkts an dem Thermometer ist keine so leichte Sache, als die der Sache nicht genug Kundige, beim ersten Anblick, denken möchten. Man verlangt die größte Hitze des siedenden Wassers zu finden; denn wie wollte man den Grad des siedenden Wassers einen festen Punkt an dem Thermometer nennen, wenn man nicht zu demselben die größte Hitze des siedenden Wassers annehmen wollte? Wann das Wasser anfängt zu sieden, so hat es noch nicht die größte Hitze, die es anzunehmen fähig ist. Es vermehrt sich, bis zu dem heftigsten Sieden, noch um zwei reaumurische Grade. Da man nun die größte Hitze des siedenden Wassers zu

dem festen Punkte des Thermometers annehmen muß, die äußerste Gränze aber einer jeden Sache allezeit sehr schwer zu bestimmen ist; so ist die Bestimmung des Siedpunkts gewiß eine sehr kitzliche Sache.

§. 86. Es vereinigen sich aber mit dieser Schwierigkeit mehrere. Die Verschiedenheit des Wassers und der äußern Wärme oder Kälte, die verschiedene Gestalt der Gefäße, die Menge des zum Kochen genommenen Wassers, das mehr oder weniger starke Einsenken des Thermometers ins siedende Wasser, ingleichen das stärkere oder geringere Sieden des Wassers, und endlich der grössere oder geringere Druck der äußern Luft auf das Wasser haben einen merklichen Einfluß auf den Grad der Hitze des siedenden Wassers.

§. 87. Wenn ich von der Bestimmung dieses obern festen Punktes des Thermometers, oder der Hitze des siedenden Wassers, die vollkommenste Abhandlung geben will, so sehe ich wohl ein, daß ich nichts anders thun darf, als nur einen getreuen Auszug aus des Hrn. de Luc Untersuchung rc. zu geben. Dieser Gelehrte scheint durch seine außerordentliche Arbeit, Sorgfalt und Klugheit die letzte Hand an dieses Werk gelegt zu haben. Ich werde deßwegen dasjenige, was dieser Gelehrte von dieser Materie in seiner Abhandlung hier und da zerstreut gelehrt hat, nach einer Ordnung vortragen, welche mir die bequemste scheint.

§. 88. Dasjenige, was wohl am ersten bei dem Sieden des Wassers in Betrachtung zu ziehen ist, ist das Wasser selbst. Hr. de Luc hat gefunden, daß Regen-, Fluß- und Quellwasser, unter welchem letztern sogar viel

Eisenvitriol war, einerlei Grad der Wärme annehme. Eine Ausnahme aber macht das Salzwasser. Wasser mit Meersalz gesättigt gibt sieben Grad Hitze mehr, als das süße Wasser. Zweifelt man indessen an der Güte eines Wassers, so nehme man Regenwasser oder zerschmolzenen Schnee. Nach diesen kann man sehen, ob das Quellwasser eine größere Hitze gebe.

§. 87. Die äußere Wärme und Kälte, welche das Gefäß, worin das Wasser gekocht wird, umgibt, würde gewiß einen merklichen Einfluß auf die Hitze des kochenden Wassers haben, wenn der Unterschied derselben groß genug wäre. Allein wenn man auch bei zwei verschiedenen Temperaturen, die zwanzig Grade von einander entfernt sind, Wasser kocht, so ist die Temperatur, um das Gefäß selbst, doch nie sehr verschieden. Denn das Feuer, womit das Wasser gekocht wird, erwärmt auch die um das Gefäß befindliche Atmosphäre. Deßwegen habe ich mit dem Hrn. de Luc befunden, daß die äußere Kälte oder Wärme nicht den mindesten Einfluß auf die Hitze des siedenden Wassers habe. In der größten Kälte nimmt das Wasser eben den Grad der Hitze an, als in den heißesten Sommertagen. Von dem, ein- wie das anderemal, gewöhnlichen Verlust der Hitze des in freier Luft kochenden Wassers werde ich in der Folge noch reden.

§. 90. Wenn man die Wirkung der papinianischen Maschine auf das siedende Wasser betrachtet, so wird man sich leicht vorstellen können, daß die Verschiedenheit der Gefäße, in welchen das Wasser gekocht wird, einen Einfluß auf die Hitze des siedenden Wassers haben könne.

Ein, mit einem genau schließenden Deckel versehenes Gefäß hat viele Ähnlichkeit mit der papinianischen Maschine. Die erhitzten Dünste drücken gegen das siedende Wasser, und vermehren dadurch die Hitze. Es ist dieses den Köchen schon bekannt. Wenn man deßwegen die Hitze des in freier Luft kochenden Wassers, die man zum obern festen Punkt der Thermometer erwählt hat, mit Zuverlässigkeit finden will, so darf das Gefäß nicht bedeckt werden.

Selbst eine besondere Gestalt der Gefäße könnte die Hitze des siedendes Wassers vermehren. Man kann Gefäße erwählen, die durchaus gleiche Weite haben, und wieder andere, die mit einem engen Hals versehen sind. Letztere halten zwar die Hitze besser zusammen, daß der Verlust der Hitze an der freien Luft nicht so groß wird, als der Verlust der Hitze in einem Gefäß mit einer weiten Öffnung. Allein man muß bedenken, daß bei Gefäßen mit engem Hals die Hitze zwar besser zusammengehalten werden kann, daß aber bei diesen Gefäßen das Aufwallen des Wassers stärker ist, als bei Gefäßen mit weiten Öffnungen. Durch dieses heftigere Aufwallen verliert das Wasser wieder mehr von seiner Hitze, weil es der Atmosphäre mehrere Flächen darbietet. Daher schließt Hr. de Luc mit Recht, daß, wann bei Gefäßen mit engen Öffnungen, die Hitze besser, als bei weiten Öffnungen zusammengehalten wird, der Verlust der Hitze, durch das stärkere Aufwallen, wieder größer ist, und daß beide Wirkungen sich gegen einander aufheben; daß daher die Gefäße ihrer Gestalt nach merklich genug von einander abweichen können, ohne einen Unterschied in

der Hitze des siedenden Wassers hervorzubringen. Gefäße mit sehr engen Öffnungen würden dieses zwar thun, aber diese sind ohnehin nicht zu gebrauchen, weil das siedende Wasser durch die engen Öffnungen allzuheftig herausgeworfen wird.

§. 91. Einen andern Umstand, der einen merklichen Unterschied in der Hitze des kochenden Wassers, nach Hrn. de Luc Zeugniß, geben soll, ist eine zu geringe Masse des Wassers. Wenn das Gefäß sich durch langes Kochen, es sei durch Überlaufen oder Ausdünsten, ausleert, so habe ich selbst bemerkt, daß die Hitze allezeit etwas abgenommen habe. Ich habe aber dabei allezeit wahrgenommen, daß bei weniger gewordenem Wasser es auch nicht mehr so heftig koche und keine so hohen Wellen werfe, als zuvor. Man halte deßwegen das Gefäß immer hinlänglich voll Wasser und nehme es nicht zu klein.

§. 92. Eine andere Erforderniß macht es ohnehin nöthig, die Gefäße etwas groß zu nehmen. Es müssen die Thermometer, wenn man an ihnen den Grad des siedenden Wassers bemerken will, so hoch als sie steigen, in das Wasser getaucht werden. Dieses hat, sonderlich bei Weingeistthermometern, einen großen Einfluß. Man wird einen merklichen Unterschied finden, wenn man das Thermometer einmal bis an das Ende des Safts in das siedende Wasser stellt und das anderemal es höher hält, daß der Saft auch nur um einen Zoll über das Wasser hervorsteht, denn es wird ja auch der Saft in der Röhre, und nicht der blose Saft in der Kugel, durch die Hitze des siedenden Wassers ausgedehnt. Deßwegen müssen

die Gefäße um etwas merkliches höher seyn, als die Thermometer lang sind *).

---

*) Hr. de Luc wird von dem Verf. der memoires de la reforme etc. beschuldigt, er habe nur die Kugel seiner Thermometer, und nicht die ganze Röhre, in das siedende Wasser gestellt. Er glaubt sogar, es habe, außer ihm, noch niemand das Thermometer weiter, als bis zur Kugel, in das siedende Wasser gebracht. Seite 115. Hierwider muß ich bemerken: theils, daß Hr. dû Crest schon den ganzen Saft in das siedende Wasser zu bringen vorgeschrieben; theils, daß auch Hr. de Luc das nämliche gethan. Ich kann mich zwar nicht erinnern, daß er dieses ausdrücklich gemeldet hätte. Vielleicht übersahe er, dieses zu thun, weil es eine allzubekannte Sache war, die man am ersten anzuführen vergißt, besonders wenn man für Gelehrte schreibt. Vielleicht glaubte er, es verstehe sich dieses von selbst, und er habe nicht nöthig, es erst zu erinnern; daß er aber wirklich die Thermometer so tief in das siedende Wasser gestellt, als sie stiegen, erhellt aus den Anstalten, die er §§. 867, 875, 876 beschrieb. Er sagt da, das Gefäß, worin er sein Wasser kochte, sei neun und einen halben Zoll hoch, die Kugel stehe ein und einen halben Zoll über dem Boden des Gefäßes, das Thermometer sei neun und einen halben Zoll lang; folglich sahe das Thermometer ein und einen halben Zoll aus dem Wasser. Und dieses war noch überdieß bei Versuchen, wo er an dem Thermometer ein Mikrometer und Mikroskop anbrachte, wobei er folglich das Thermometer etwas weiter außer dem Wasser lassen mußte, als er vielleicht in andern Fällen nicht zu thun gewohnt war. Ueberdieß hatte er bei den angeführten Versuchen Quecksilberthermometer, bei denen

§. 93. Weil §. 91 gesagt worden, daß weniges Wasser nicht den völligen Grad der Hitze annehme, den das siedende Wasser bekommen kann, und §. 90 verläufig angezeigt worden, daß die Oberfläche des kochenden Wassers einen Theil seiner Hitze entwischen lasse; so fragt sich, ob das Wasser auf dem Boden, oder das auf der Oberfläche, eine größere Hitze habe, oder ob die Hitze in beiden gleich groß sei? Hr. de Luc hat durch Versuche gefunden, daß, ehe das Wasser völlig kocht und aufwallt, die Hitze auf dem Boden größer sei, als auf der Oberfläche; ja, daß die Hitze des Wassers auf dem Boden vor dem Kochen um zwei Grade größer seyn könne, als sie bei wirklichem Kochen in der ganzen Wassermasse angetroffen wird; daß aber, bei erfolgtem wirklichem Kochen, die Hitze durch die ganze Wassermasse gleich ausgetheilt sei.

Der Grund hievon mag wohl dieser seyn. Wann das Wasser noch nicht kocht, so ist die obere Schicht Wasser noch in Ruhe, während dem das Feuer in die untere Schicht Wasser eindringt. Die Schwere der obern Schicht Wasser drückt auf die untere und hält dadurch die Hitze der untern Schicht zusammen. Deßwegen kann, vor dem wirklichen Kochen, die untere Schicht Wasser eine größere Hitze haben, als die ganze Masse beim wirklichen Kochen hat. Weil aber die untere und obere Wasserschicht,

---

es, wegen der weit geringern Ausdehnung des Quecksilbers, auch nicht so viel schadet, als bei den Weingeistthermometern, wenn gleich nicht die ganze Säule in das siedende Wasser kommt.

durch das Aufwallen des Wassers, noch nicht untereinander gemengt worden; so kann die obere Schicht, vor dem wirklichen Kochen, noch nicht die Hitze der untern Schicht haben. Endlich aber muß bei wirklichem Kochen, durch die heftige Bewegung des Wassers, die ganze Masse theils einerlei Hitze bekommen, weil diese Bewegung eben dieses leistet, als wenn man das Wasser mit einem Quirrel herumrührte; theils muß auch die ganze Masse Wasser, durch bemeldete heftige Bewegung *), einen Theil ihrer Hitze verlieren, und daher kann es kommen, daß bei wirklichem Kochen die ganze Wassermasse keine so große Hitze mehr hat, als die erste Schicht Wasser hatte, ehe das Wasser zu kochen anfing.

§. 94. Weil für den obern festen Punkt des Thermometers die größte Hitze des siedenden Wassers, §. 85, genommen werden muß, diese aber nur durch das heftigste Kochen erhalten wird, so muß man das Wasser auf das stärkste kochen lassen. Das Wasser muß, gleich grossen Wellen, mit Ungestümm in die Höhe und wohl gar

*) Der Verlust der Wärme, den ein an einem Thermometer hängend bleibender Tropfen Weingeist, und eine in Weingeist eingetauchte und darauf der Luft überlassene Leinwand, leidet, wovon ich in meinem Versuch einer Erklärung der Eigenschaft der Kälte handeln werde, beweist: wie viele Wärme wässerige Flüssigkeiten verlieren, wenn sie der Atmosphäre große Flächen darbieten. Daß auch durch das bloße Herumrühren das Wasser einen Theil seiner Wärme verliere, ist allgemein bekannt. Deßwegen muß das kochende Wasser, durch seine Bewegung, einen Grad seiner Wärme verlieren.

aus dem Gefäß herausfahren. Vom Anfang des Kochens bis zu dem heftigsten Kochen nimmt die Hitze noch um zwei Grade zu.

Man bemerkt, mit einem feinen seidenen Faden, den Stand des Thermometers, wann das Wasser am heftigsten kocht. Man hält aber das Thermometer noch länger in dem siedenden Wasser, taucht es immer, bis beinahe an sein Ende, unter das Wasser, und hebt es nur von Zeit zu Zeit ein wenig in die Höhe, wobei man geschwind sehen muß, ob es nicht noch höher gestiegen. Der höchste Grad muß beibehalten werden.

§. 95. Weil der Dampf des siedenden Wassers nicht gar lange an der Hand auszuhalten ist; so hält man das Thermometer an einem etwas langen Bindfaden in das Wasser. Man kann auch das Gefäß halb bedecken. Würde man es ganz bedecken, so würde dadurch die Hitze des siedenden Wassers, wie bei der papinianischen Maschine, vermehrt, und die gesuchte Wärme des in freier Luft kochenden Wassers nicht erhalten werden.

§. 96. Was den meisten Einfluß auf die Hitze des siedenden Wassers hat, ist ein größerer oder geringerer Druck der Atmosphäre auf das Wasser. Fahrenheit hat zuerst diese Bemerkungen gemacht. Man hat sich aber, bis auf die Zeit des Hrn. dû Crest, keine Mühe gegeben, zu bestimmen, wie viel dieser Einfluß betrage. Wenn man weit gegangen ist, so hat man angezeigt, bei welcher Barometerhöhe an einem Thermometer der Grad des siedenden Wassers genommen werde. Gemeiniglich hat man aber auch dieses nicht einmal gethan. Hr. dû Crest ist meines Wissens der erste, der zu bestimmen gesucht,

wie viel der Druck der Atmosphäre auf das siedende Wasser betrage. Er fand nämlich durch Versuche, daß, wenn sein Thermometer bei der Barometerhöhe von 27″. 9‴. im siedenden Wasser auf dem 100ten Grad stund, eben dieses Thermometer nur 99 Grad zeige, wenn das Barometer 7 Grad tiefer, nämlich 27″. 2‴ steht.

Die Grade des dü Crestischen Thermometers sind an und vor sich schon nicht allzugroß. Denn es ist der Raum vom Eis- bis Siedpunkt in 110$\frac{2}{5}$ Grad getheilt. Hierzu kommt noch, daß es ein Weingeistthermometer ist. Nun eilt aber der Weingeist, in den ersten fünf Graden vom Siedpunkt herab, am meisten zu seiner Verdichtung, wenn man daher die Vergleichung zwischen einem sogenannten reaumurischen Quecksilberthermometer und dem dü Crestischen Weingeistthermometer angestellt, so wird man finden, daß ein Grad des dü Crestischen Weingeistthermometers, der nahe an dem Siedpunkt liegt, ungefähr $\frac{1}{2}$ Grad eines reaumurischen Quecksilberthermometers betrage. Daraus fließt, daß vierzehn Linien Veränderung am Barometer erst einen Grad Unterschied an dem 80theiligen Quecksilberthermometer geben würden.

Hr. de Luc ist bei Bestimmung des Einflusses des Drucks der Luft auf das siedende Wasser noch pünktlicher verfahren. Ehe ich aber von dessen Bemühungen rede, muß ich erst ein paar andere Betrachtungen anstellen.

§. 97. Die Ursache, warum bei leichterer Luft das kochende Wasser keine so große Hitze annimmt, als bei schwerer Luft, ist nach Hrn. de Lucs Grundsätzen, die mir gegründet scheinen, diese: Die Luft widersteht dem Feuer, denn es vereinigt sich letzteres nicht gerne mit der

Luft, und daher wird z. E. das Feuer nicht von dem Wind eingeschluckt, sondern vertrieben. Je mehr sich die Luft verdichtet, oder je schwerer sie ist, desto mehr widersteht sie dem Feuer. Durch diesen Widerstand können, bei schwerer Luft, nicht so viele Feuertheilchen aus dem kochenden Wasser dringen, als bei verdünnter oder leichter Luft in einerlei Zeitraum aus demselben gehen. Noch eine Ursache hievon siehe unten §. 112.

Nothwendig fließt aus diesem Satz eine Folge, die sich auch durch eine Erfahrung, die Hr. de Luc durch die papinianische Maschine bestätigt, daß nämlich ein kochendes Wasser, welches nicht der freien Luft ausgesetzt ist, eine größere Hitze annehme, als ein in freier Luft kochendes Wasser.

§. 98. Jetzt komme ich noch auf eine andere Betrachtung, die gewiß für die Übereinstimmung der Thermometer, und folglich für die Richtigkeit derselben, beträchtlich und würdig ist, daß sie ohne Vorurtheile beherzigt werde. Es fragt sich nämlich: da das kochende Wasser, bei größerem oder geringerem Druck der Atmosphäre, mehr oder weniger heiß ist: Welchen Barometerstand soll man erwählen, wenn man an den Thermometern den Grad des siedenden Wassers bestimmen will? Nichts macht an den Thermometern mehr Unordnung, Verwirrung und Unrichtigkeit, als wenn der eine bei diesem, der andere aber bei jenem Thermometerstand den Siedpunkt bestimmt, und nichts ist für die Richtigkeit der Thermometer mehr zu wünschen, als daß sich die Naturforscher endlich in diesem Punkt vereinigen möchten.

Ich werde deßwegen versuchen, ob ich nicht zu der bemeldeten gewünschten Vereinigung etwas beitragen kann.

§. 99. Die Naturforscher haben bisher gemeiniglich die mittlere Barometerhöhe ihres Orts, weil diese am öftesten vorkam, zur Bestimmung des Siedpunkts angenommen. Daher kam es, daß Hr. dü Crest 27''. 9'''. Hr. de Lisle, nach des Hrn. dü Crest Zeugniß, 28''. 1'''. Hr. de Luc 27''. und der Verf. der memoires etc. 28'' hiezu erwählten. Es ist nun wohl sehr gleichgültig, ob man diesen oder jenen Barometerstand beibehalte; wenn nur ein jeder den nämlichen annehmen würde. Könnte man einen Thermometerstand ausfindig machen, der an jedem Ort der Welt, wenigstens doch manchmal, vorkommt, so wäre es am vernünftigsten, diesen zu erwählen. Hr. Strohmeyer meint, 27''. 9'''. sei ein solcher Barometerstand, da hingegen 27''. selten und nur an den, etwas hoch liegenden Orten vorkomme. Vielleicht gibt es eben so viele Orte in der Welt, wo die mittlere Barometerhöhe gegen den 27sten Zoll fällt, als solche, wo die mittlere Barometerhöhe gegen den 28sten Zoll kommt. Will man daher zu Bestimmung des Siedpunkts keinen andern Barometerstand annehmen, als einen solchen, der an jedem Ort der Welt, und zwar öfters vorkommt, so wird man sich über diesen Punkt gewiß niemals vereinigen.

§. 100. Hr. Strohmeyer that den Vorschlag, die Akademien sollten zusammenstehen und sich hierüber mit einander verstehen. Die Sache gienge vielleicht an. Aber ich vermuthe, dieses werde nicht eher geschehen, als bis die Akademien auch über einerlei geometrisches Maaß

werden einig geworden seyn. Wenigstens wird der allgemeinen Gleichförmigkeit der Thermometer eben die Schwierigkeit im Wege stehen, als jener, nämlich des geometrischen Maaßes. Indessen denke ich, der Wunsch, daß zur Bestimmung des Siedpunkts einerlei Barometerhöhe möchte genommen werden, sei seiner Erfüllung näher, als man vielleicht glaubt. Hr. de Luc hat in diesem Punkt mehr geleistet, als ganze Gesellschaften von Gelehrten kaum würden haben zu Stande bringen können. Dieser Gelehrte hat bekanntlich 27 Zoll Barometerhöhe genommen, als er an seinen Thermometern die Hitze des siedenden Wassers bezeichnete. Nun hat er aber mit seinen Thermometern unzählig viele und zwar solche Versuche gemacht und in seinen Werken angeführt, die nicht nur gegenwärtig von allen Naturforschern hochgeschätzt und benutzt, sondern die auch noch nach Jahrhunderten für Naturforscher ein Orakel bleiben werden. Er hat den Gang der Weingeist- und Quecksilberthermometer mit einander verglichen, — das Verhältniß der wahren Wärme zum Quecksilberthermometer angegeben und endlich ein Thermometer, zur Berichtigung der Höhenmessung mit dem Barometer verfertigt. Müssen denn aber nicht Gelehrte und Ungelehrte, die richtige Thermometer verfertigen und die Bemerkungen des Hrn. de Luc benutzen wollen, — müssen sie nicht eben die Werkzeuge haben, deren sich Hr. de Luc bedient hat? Man kann zwar Thermometer, die nach andern Grundsätzen verfertigt sind, durch Rechnungen, mit den de Lucischen Thermometern vergleichen. Wird nicht aber ein jeder Vernünftiger sich dieser beständigen und beschwerlichen Rechnungen

gerne entziehen? Und dieses erhält man, wenn man seine Thermometer nach Hrn. de Lucs Grundsätzen verfertigt. Es scheint mir daher schon so viel als ausgemacht, daß, zur Bestimmung des Siedpunkts an den Thermometern, der Barometerstand von 27 Zollen, jetzt und in der Folge, von Gelehrten und Ungelehrten, um so mehr werde angenommen werden, da bisher, weder bei den fahrenheitischen noch reaumurischen, als den üblichsten Thermometern, von ihren Erfindern, Grundgesetze, wegen der, zur Bestimmung des Siedpunktes, anzunehmenden Barometerhöhe gegeben worden.

§. 101. Sollte man an einem Ort die Barometerhöhe von 27 Zollen nicht erhalten können, oder kann man, wie es oft geschieht, den Zeitpunkt nicht erwarten, in welchem das Barometer die zum Siedpunkt der Thermometer vorgeschriebene Höhe angibt, so hat Hr. de Luc, durch seine großen Bemühungen, eine sichere Regel gefunden, durch welche man zum Thermometerstand allezeit genau so viel hinzusetzen, oder davon abziehen kann, als der geringere oder größere Druck der Atmosphäre dem Wasser im Kochen zu wenig oder zu viel Hitze gegeben hat.

Es hatte Hr. de Luc mit Thermometern von Quecksilber, an welchen der Siedpunkt unter der Barometerhöhe von 27 Zollen war genommen worden, und die vom Eis- bis Siedpunkt in 80 Grad getheilt waren, sowohl bei sehr hohem, als auch sehr niedrigen Barometerstand über die Hitze des kochenden Wassers, unzählige Versuche gemacht. Siehe §. 96. die Tabelle; der höchste Barome-

terstand war 28″. 5¼ Linie, und das Thermometer kam im siedenden Wasser auf 81, 09 Grad, der niedrigste Barometerstand auf dem Gletscher Bünt war 19″. 7 15/16‴. und das Thermometer erreichte im siedenden Wasser nur den 73, 21 Grad. Er machte auch bei sehr vielen, zwischen diese zwei angeführten Barometerstände fallenden Barometerhöhen, Beobachtungen über die Hitze des kochenden Wassers. Diese setzten ihn in den Stand, eine Regel anzugeben, durch die man allezeit den Thermometerstand verbessern und auf die Barometerhöhe von 27 Zollen zurückbringen kann, wenn an einem Thermometer die Hitze des siedenden Wassers unter einen niedrigern oder höhern Barometerstand, als der von 27 Zollen, sollte bestimmt geworden seyn.

§. 102. Hr. de Luc fand aber durch seine Versuche, die er, bei verschiedenen Barometerhöhen, über die Hitze des kochendenden Wassers angestellt hat, daß, wenn die Barometerhöhen in einer arithmetischen Reihe genommen werden, der Verlust der Hitze des kochenden Wassers nicht ebenfalls in einer arithmetischen, sondern geometrischen Reihe fortgehe. Wenn z. E. von der Barometerhöhe 28″. bis 26″. 9‴. welches ein Unterschied von 18 Linien ist, das kochende Wasser ungefähr einen Grad, nämlich 0, 98 Grad Hitze verliert, so verliert es bei abermal abnehmenden funfzehn Linien Barometerhöhe, mehr als einen Grad, nämlich 1, 03 Grad. Folglich gibt eine gleich große Abnahme der Barometerhöhe bei der zweiten Fortschreitung nicht eine gleich große, sondern größere Abnahme der Wärme; und folglich nimmt

die Wärme des kochenden Wassers nach einer harmonischen Reihe ab, wenn die Barometerhöhe nach arithmethischer Progression sich vermindert.

§. 103. Hr. de Luc fand daher durch die Logarithmen, zur Berichtigung des Siedpunkts, und Zurückbringung desselben, auf die Barometerhöhe von 27 Zollen, eine Regel, die in allen Fällen mit der Erfahrung übereinstimmt, wie die dem 962sten und 963sten Paragraph beigefügte Tabelle zeigt. Um dieses zu bewerkstelligen, nimmt er den Barometerstand in 16theiligen Linien. Dann sucht er in den Tabellen den Logarithmus, der zur jedesmaligen Barometerhöhe gehört: z. E. das Barometer stünde 27 Zoll, 6 Linien,

$= 330$ Linien, $= \frac{5280}{16}$ Linien. Der Logarithmus zu 5280 ist 3. 7226339. Durch diesen Logarithmus findet er, auf eine doppelte Art, den Stand des Thermometers im siedenden Wasser, für die Barometerhöhe von 27 Zoll, 6 Linien, an dem 80theiligen Quecksilberthermometer, an welchem der Siedpunkt oder der 80ste Grad, unter der Barometerhöhe von 27 Zollen, bestimmt worden.

§. 104. Der erste Gebrauch, den Hr. de Luc, zu dem bemeldeten Endzweck, von den Logarithmen macht, ist dieser. Siehe §. 961. Er nimmt $\frac{99}{200000} - 10387$. von den Logarithmen der Barometerhöhe. Dieses gibt die Wärme des siedenden Wassers, in Hunderttheilen der Grade des gemeinen Thermometers. Z. E.

Es sei der Barometerstand:

$$= 27''.\ 6'''. = 330'''. = \frac{5280}{16}'''.$$

Der Logarithmus von 5280 ist 3. 7226339.

$\frac{99}{200000}$ desselben — 10387 beträgt 80. 40 welcher Grad an einem 80theiligen de Lucischen Quecksilberthermometer, bei der Barometerhöhe von 27''. 6'''. im siedenden Wasser angegeben wird. Folglich steht bei dieser Barometerhöhe der Siedpunkt um 0, 4 Grad höher, als bei der Barometerhöhe von 27 Zollen.

§. 105. Den zweiten Gebrauch, den Hr. de Luc von diesen Logarithmen macht und der etwas leichter ist, lehrt er in der Anmerkung zu dem angeführten Paragraph. „Man nehme, sagt er, von der Hälfte der Logarithmen, ihren hundertsten Theil + 10387000. hinweg und schneide die fünf letzten Ziffern ab, so hat man die fünf Decimalstellen.“ Z. E.

Die Barometerhöhe sei wieder:

$$27''.\ 6'''. = \frac{5280}{16}.$$

Der dazu gehörige Logarithmus ist:	3. 7226339.
Die Hälfte desselben: =	= 18613169.
Der hunderte Theil desselben = davon abgezogen.	186131.
bleibt = =	18427038.
ferner davon abgezogen:	10387000.
bleiben = =	80,40,038.

Von den abgeschnittenen fünf letzten Ziffern werfe man die drei letztern gar weg, so geben die übrigen zwei die Hunderttheile eines Grads des Thermometers und die ersten zwei die ganzen Grade.

§. 106. Nunmehr ist es etwas leichtes, das Resultat dieser Rechnung auf die Thermometer anzuwenden. Man suche nämlich nur, wie viel die gefundene Zahl größer oder kleiner ist, als 80, 00, welches der Anzahl Grade bei der Barometerhöhe von 27 Zollen gleich ist. Die gefundene Zahl bei der Barometerhöhe 27″. 6‴. war um 00, 40 größer als 80, 00.

Hierauf mißt man mit einem, in kleine Theile getheilten verjüngten Maaßstab (6 Zoll ungefähr können in 1000 Theile zertheilt seyn) den Raum zwischen dem bemerkten Sied- und Eispunkt. Dieser wäre z. E. 1160 Theile des Maaßstabs. Dann macht man folgende Proportion.

$$8040, \ 1160, \ 40, \ 5\tfrac{3}{4}.$$

Um diese $5\frac{3}{4}$ Theile des Maaßstabs steht demnach der Siedpunkt, gegen den Siedpunkt bei der Barometerhöhe von 27 Zollen, zu hoch. Er muß also um $5\frac{3}{4}$ des Maaßstabs herabgerückt werden, wenn er demjenigen Siedpunkt gleichkommen soll, den man unter der Barometerhöhe von 27 Zoll erlangt.

§. 107. Damit ich nicht allezeit, so oft ich den, bei einer andern Barometerhöhe genommenen Siedpunkt auf die Barometerhöhe von 27 Zollen zurückzubringen habe, neue Rechnungen zu machen genöthigt werde; so

habe ich ein für allemal die Rechnung vorgenommen. Ich habe bei der Barometerhöhe von 28″. angefangen, und bei der Barometerhöhe von 25″. 6‴. aufgehört; ob ich gleich nicht aus Noth, sondern aus bloser Neugierde, die Rechnung so weit fortgesetzt habe. Die Resultate dieser Rechnung sind in folgender Tabelle enthalten.

Die erste Kolumne enthält den Barometerstand in Linien. Die Logarithmen habe ich nicht beigefügt, weil es überflüssig wäre.

Die zweite Kolumne zeiget an, wo das Thermometer im siedenden Wasser steht, wenn das Barometer zu der Zeit sich so hoch befindet, als die in der ersten Kolumne darneben befindliche Zahl anzeigt.

Die dritte Kolumne giebt den Unterschied an, um wie viel, bei dem angezeigten Barometerstand, das Thermometer tiefer oder höher stehe, als es bei der Baromehöhe von 27″. seyn würde. Ich habe das Zeichen + und — dazu gesetzt. Jenes zeigt an, daß der Unterschied zu der Thermometerhöhe hinzugesetzt, und dieses, daß er davon abgezogen werden müsse, um den richtigen Fundamentalabstand des Eis- vom Siedpunkt, der 80 Graden gleich ist, zu bekommen.

Tabelle.

Barometer-höhe in Linien.	Stand des Thermometers im siedenden Wasser.	Unterschied desselben von 80, 00, als der Grade des Thermometers bei 27 Zoll Barometerstand.	
336	80, 78	—	78
335	80, 72	—	72
334	80, 65	—	65
333	80, 59	—	59
332	80, 53	—	53
331	80, 46	—	46
330	80, 40	—	40
329	80, 33	—	33
328	80, 26	—	26
327	80, 20	—	20
326	80, 13	—	13
325	80, 7	—	07
324	80, 00		00
323	79, 93	+	07
322	79, 87	+	13
321	79, 80	+	20
320	79, 73	+	27
319	79, 67	+	33
318	79, 60	+	40
317	79, 53	+	47
316	79, 46	+	54
315	79, 40	+	60
314	79, 33	+	67
313	79, 26	+	74
312	79, 19	+	81
311	79, 12	+	88
310	79, 05	+	95
309	78, 98	+	1, 02
308	78, 91	+	1, 09
307	78, 84	+	1, 16
306	78, 77	+	1, 23

§. 108. Wir haben von Hrn. de Luc noch eine andere Regel, zur Berichtigung des Siedpunkts, welche die nämlichen Resultate gibt, als die bereits vorgetragene. Die Abweichung der Resultate aus diesen zwei Regeln ist wenigstens von gar keiner Bedeutung. Die Gelegenheit zur Erfindung dieser zweiten Regel gaben dem Hrn. de Luc seine außerordentlich mühsamen und scharfsinnigen Untersuchungen über den Grad der Hitze, der zum Kochen des Wassers erfordert wird. Ich will nur eine ganz kurze Nachricht von diesen wichtigen Untersuchungen geben; denn sie beziehen sich nicht sowohl auf die Berichtigung des Siedpunkts, als vielmehr auf die Untersuchung der Ursache von dem Verlust der Hitze des kochenden Wassers, bei abnehmender Schwere der Luft. Folglich gehört diese Untersuchung mehr in das physikalische, als in das mechanische Fach.

§. 109. Hr. de Luc wollte erfahren, wie groß die Hitze seyn müsse, durch welche das Wasser zum Kochen gebracht wird. Wüßte man diese Hitze, so könnte man bestimmen, wie heiß das Wasser seyn würde, wenn es nichts von seiner Hitze durch das Aufwallen in freier Luft verlöre. Er erhitzte deßwegen Öl auf verschiedene Grade, und stellte ein kleines Becherchen darein, in welchem Wasser war. Allein der Versuch wollte nicht gelingen. Es kochte das Wasser öfters bei einem geringern, öfters aber erst bei einem größern Grad der Hitze, weil das Wasser im Becher nicht genug vor der äußern Luft verwahrt werden konnte.

§. 110. Von Ungefähr fiel ihm ein Wassertropfen in das Öl und fing an zu zischen. Dieses war ein An-

zeigen des Kochens. Er gab demnach seinem Öl nach und nach eine zunehmende Hitze, bis ein Wassertropfen, den er hineinfallen ließ, zu zischen und zu zerspringen anfing. Er fand, daß er dem Öl, um dieses Zischen des Wassertropfens zu bewerkstelligen, eine Hitze von 89, 8 Graden des 80theiligen Thermometers geben müsse, und daß deßwegen dieses die Hitze sei, die nicht nur zum Kochen des Wassers erfordert werde, sondern die auch das Kochen des Wassers erhalten würde, wenn es an freier Luft nichts von seiner Hitze verlöre.

§. 111. Er machte hierauf seinen Versuch noch vollkommener. Er verfertigte eine Matrasse, oder Wasserthermometer, mit einer großen birnförmigen Kugel und etwas weiten Röhre. In diese war ein sehr kleines Quecksilberthermometer gebracht, hierauf die Kugel mit Wasser gefüllt und endlich die Röhre versiegelt. Um das Wasser darin kochen zu können, mußte das Wasser von der Luft gereinigt und eben dadurch die ganze Matrasse luftleer gemacht werden. Allein dieses erforderte außerordentliche Mühe und viele Zeit. Denn das Wasser mußte, durch beständig fortgesetztes Schütteln der Matrasse, von der Luft entledigt werden. Die entledigte Luft mußte öfters durch die Hitze aus der wieder eröffneten Röhre gejagt und die Röhre allezeit wieder versiegelt werden, ehe neue Luft hineindringen konnte. Nachdem Hr. de Luc etliche Matrassen, welchen er schon viele Zeit und Mühe aufgeopfert, verloren hatte, brachte er endlich eine zu Stande, in welcher das Wasser und die Matrasse von aller Luft gereinigt war.

Als er das Wasser in diesen luftleeren Raum, in welchem die Atmosphäre nicht auf das Wasser wirken, in welchem aber auch das Wasser nichts von seiner Hitze verlieren konnte, weil es eine sehr kleine Oberfläche machte und der äußern Luft nicht ausgesetzt war, gebracht hatte, so stieg das in der Matrasse befindliche Thermometer auf den 78sten Grad.

Als er hierauf die Matrasse öffnete, damit die Schwere der Atmosphäre auf das kochende Wasser wirken, dieses aber, wegen seiner kleinen Oberfläche, doch nichts von seiner erhaltenen Hitze verlieren konnte; so stieg das Thermometer in der Matrasse 89, 8 Grad des gewöhnlichen 80theiligen Thermometers.

§. 112. Aus diesen angeführten Versuchen erhellt:

1) daß das kochende Wasser in der freien Luft 9, 8 Grad Hitze verliert. Denn das Thermometer kommt darin nur auf dem 80sten Grad.

2) Eine Luftsäule, die 27 Zollen Quecksilberhöhe gleich kommt, erhält durch ihren Druck auf das kochende Wasser 11, 8 Grad Hitze, die sich ohne diesen Druck der Hitze verlieren würde. Denn das kochende Wasser hatte im luftleeren Raum nur eine Wärme von 78 Graden. Als aber auf dieses nämliche Wasser die Luftsäule wirkte, die einer Quecksilbersäule von 27 Zollen gleich kam, so ererhielt es 11, 8 Grad Hitze mehr. Denn das Thermometer stund darin 89, 8 Grad hoch. Die Ursache hievon ist natürlich diese. Wenn eine Luftsäule auf das Wasser wirkt, so haben die Feuertheile, die in das Wasser drin-

gen, eine größere Gewalt anzuwenden, um das Wasser zum Aufwallen zu bringen, als wenn keine Luftsäule, oder eine leichtere Luftsäule darauf drückt. Daher müssen mehrere Feuertheile in das Wasser dringen, um das Wasser aufwallend zu machen, und durch diese mehrere Feuertheile wird auch das Wasser selbst heißer.

§. 113. Will man wissen, wie viel durch eine Linie Barometerhöhe, die mehr oder weniger als 27 Zoll beträgt, die Hitze des kochenden Wassers vermehrt oder vermindert werde, so kann dieses, aus obigen Erfahrungen, durch die Formel ausgedrückt werden.

$$\frac{89,8 - 78.}{324} = 0,03642.$$

Siehe Hr. de Luc §. 1085.

§. 114. Die Hitze des kochenden Wassers, welches durch die freie Luft nichts von seiner Hitze verliert, aber auch nicht durch die Atmosphäre gedruckt wird, ist 78 Grad. Will man also wissen, um wie viel die Hitze eines solchen kochenden Wassers, durch einen gewissen Druck der Atmosphäre, vermehrt werde, so findet man dieses durch die Formel 78 + (0, 03642. multiplicirt mit *a*, als der Anzahl Linien der Barometerhöhe, welchen die Atmosphäre in ihrer Schwere gleichkommt).

§. 115. Weil aber das kochende Wasser an der freien Luft 9, 8 Grad verliert, so muß dieser Verlust allezeit davon abgerechnet werden. Nennt man nun die jedesmalige Barometerhöhe in Linien ausgedrückt, *a*, so kann die Hitze des in freier Luft kochenden Wassers, bei jeder vorkommenden Barometerhöhe durch die Formel:

$$78 + 0{,}03642\, a, - \frac{9{,}8 \times 324\ (= 3175{,}2)}{a,}$$

die Hr. de Luc §. 1087 gegeben, ausgedrückt werden.

§. 116. Weil diese Abhandlung über die Thermometer hauptsächlich für Anfänger bestimmt ist, so muß ich nicht nur das Richtige lehren, sondern auch vor Irrthümern warnen.

Ein Irrthum bei Berichtigung des Siedpunkts, der unter einer andern, als der einmal festgesetzten Barometerhöhe genommen worden, ist es, wenn der Verf. der memoires sur la reforme etc. pag. 99 sagt: „Wenn das Barometer einen Zoll über oder unter 28 Zoll stehe, so solle man dafür einen Grad seines Thermometers abziehen oder hinzusetzen.“ Allein dieses ist unrichtig. Aus der Tabelle §. 107 erhellt, daß 15 Linien geringerer Barometerhöhe, als 28 Zoll, an dem 80theiligen Quecksilberthermometer, einen Grad weniger Hitze gebe. Nun kommt aber der 79ste Grad des Quecksilberthermometers mit dem 98½ Grad des Weingeistthermometers des Verfassers überein. Folglich geben 15 Linien Unterschied am Barometer 1½ Grad Unterschied in der Thermometerhöhe, und deßwegen steht das Thermometer des Verf. der memoires im siedenden Wasser schon einen Grad zu hoch oder zu tief, wenn das Barometer 10 Linien über oder unter 28 Zoll steht.

§. 117. Ein anderer Fehler bei Berichtigung des Siedpunktes könnte begangen werden, wenn man die erstere Regel des Hrn. de Luc, die er §. 451 *f.* bei Ermangelung einer bessern, gegeben, die er aber in der

Folge, als er richtigere Beobachtungen über die Hitze des bei verschiedenen Barometerhöhen kochenden Wassers gemacht hat, selbst verwarf, zu bemeldtem Endzwecke gebrauchen wollte. Ich vermuthe deßwegen, daß Hr. Strohmeyer, der diese Regel des Hrn. de Luc zur Berichtigung des Siedpunkts vorschlug, das ganze Werk des Hrn. de Luc nicht könne gelesen haben.

Überdieß hat Hr. Strohmeyer diese Regel des Hrn. de Luc sehr irrig vorgetragen. Hr. de Luc sagte am angeführten Orte: „Wenn man die Anzahl Linien, die von 27 Zoll, als der Fundamentalhöhe, abweichen, *a* nennt und des Barometers Höhe mehr als 27 Zoll beträgt, so muß der beobachtete Siedpunkt um $\frac{a,}{1134 + a,}$ erniedrigt werden. Wenn aber die Barometerhöhe weniger als 27 Zoll beträgt, so muß zu dem beobachteten Siedpunkt $\frac{a}{1134 - a}$ hinzugesetzt werden. Z. E. das Barometer stünde 27″. 6‴. so ist $\frac{6}{1134 + 6} = \frac{6}{1140}$ von dem beobachteten Siedpunkt abzuziehen. Dieses leicht zu bewerkstelligen, schlägt Hr. de Luc den Gebrauch des verjüngten 100theiligen Maaßstabs vor, wie ich oben §. 106 gezeigt habe.

Welchen Gebrauch macht aber Hr. Strohmeyer von dieser Regel des Hrn. de Luc? Er sagt: „Man theile den Raum vom Eis- bis Siedpunkt erstlich in eilf Theile und von diesem wiederum einen in zehn Theile, diese lasse man hundert Theile bedeuten; einen jeden aber davon zehn

Theile. Durchschneidet man diese durch Diagonallinien, so hat man die einzelnen Theile, deren man so viele zu dem Siedpunkt hinzusetzen, oder abziehen muß, als das Barometer Linien über oder unter der Fundamentalhöhe zur Zeit des Kochens gestanden." Diese Vorstellung ist theils sehr undeutlich, theils wirklich irrig. Z. E. bei dem Barometerstand 27". 6"'. sollte der Raum vom Eis- bis Siedpunkt in 1140 getheilt und sechs solche Theile davon abgezogen werden. Hr. Strohmeyer aber theilt also: 11. X. 10. = 110. X. 10. = 1100. Wo bleiben aber die noch fehlenden 40 Theile? Und wie soll man das Durchschneiden durch Diagonallinien verstehen, da Diagonallinien nur bei geometrischen Figuren, wozu man auch den verjüngten Maaßstab rechnen kann, Statt finden? Hr. Strohmeyer aber hat nicht angeführt, daß man einen ordentlichen verjüngten Maaßstab verfertigen soll, welches auch ein unnöthiges Geschäft wäre, da man, nach §. 106, die ganze Sache mit einem schon vorhandenen Maaßstab verrichten und einerlei Maaßstab zu jedem Thermometer gebrauchen kann.

Vom Siedpunkte habe ich noch nachzutragen:

Die königliche Akademie der Wissenschaften zu London hat schon gegen das Ende des verflossenen Decenniums eine eigene Kommission niedergesetzt, welche die festen Punkte der Thermometer untersuchen sollte. Der Hr. de Luc war auch darunter und ihr gelieferter Bericht ist in den LXVII. Band der Phil. Transf. eingerückt. Er ist auch ins Deutsche übersetzt, in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, 1ster Band, 6tes Stück,

zu finden. Ich werde das wichtigste hievon hier beisetzen, weil mir dieser Aufsatz, bei der ersten Herausgabe meiner Anweisung, Thermometer zu verfertigen, noch nicht bekannt war.

Diese Gelehrten bedienten sich zwar bei Untersuchung des Siedpunkts auch offener Gefäße, in welche sie die Thermometer einsenkten. Sie gebrauchten aber vornämlich ein, vom Hrn. Cavendisch erfundenes Gefäß, welches sehr bequem ist, und das ich nun beschreiben werde.

Tab. II. fig. 7 habe ich es gezeichnet. a b c d ist ein blechernes cylindrisches Gefäß, welches oben mit Handhaben versehen, und bei seiner Öffnung a b, rings herum mit einem etwas breiten hervorspringenden Rand versehen ist. Die Weite und Höhe dieses Gefäßes scheint willkührlich zu seyn, und man kann sich sonderlich in Ansehung der Höhe blos nach der Größe der Thermometer richten. Das eine dieser Gefäße, welches diese Hrn. Akademisten gebrauchten, war 9 Zoll tief und 5 Zoll weit, das andere aber 4¼ Zoll weit und 23 Zoll tief.

Dieses Gefäß wird mit einem genau passenden blechernen Deckel verschlossen, um die Dämpfe des kochenden Wassers zusammenzuhalten. Weil aber dieser nicht allzugenau schließend gemacht werden kann, so legt man noch rings um ihn, und auf ihn, ein dickes naßes Leinwand. Mitten in den Deckel wird eine kleine Öffnung gemacht, und in diese ein blechernes Röhrchen f angelöthet. Es ist nicht länger als ungefähr ¾ Zoll und nicht gar so weit. In dieses steckt man einen Korkstöpsel, durchbohrt ihn der Länge nach mit einem Löchchen, welches etwas weni-

ger als die Thermometerröhren im Durchmesser hat, und schneidet es der Länge nach in der Mitte von einander. Zwischen diese zwei Theile des Stöpsels zwängt man die Röhre des Thermometers g, und steckt sie dann in das Röhrchen f; so steht das Thermometer fest, und es können keine Dämpfe in das Röhrchen f gehen. Endlich bekommt der Deckel noch ein Schlötchen e, welches aus einem 3 Zoll langen und ½ Zoll weiten blechernen an beiden Enden offenen Röhrchen besteht, und in eine, in dem Deckel gemachte Öffnung gelöthet wird. Durch dieses gehen die überflüssigen Dämpfe heraus. Damit aber nicht deren zu viel herausgehen, so muß es mit einem ganz dünnen zinnernen Plättchen, welches ungefähr $\frac{1}{50}$ Zoll dick ist, bedeckt werden. Werden die Dämpfe zu stark, so heben sie dieses Plättchen auf und gehen heraus. Sobald sie schwächer werden, fällt das Plättchen wieder herab und verschließt die Öffnung. Das Plättchen muß daher an zwei Seiten mit zwei Fäden an das Röhrchen e also angebunden werden, daß die Dämpfe es leicht aufheben, aber doch nicht ganz wegwerfen können. Allein ein Charnier, wenn es auch noch so beweglich gemacht wäre, darf man nicht anbringen. Es würde das Aufheben des Plättchens dadurch erschwert.

Von diesem Gefäß haben die Herren Akademisten zweierlei Gebrauch gemacht.

Erstens haben sie blos den untern Theil desselben etliche Zolle hoch mit Wasser angefüllt, und das Thermometer also gestellt, daß seine Kugel nicht das Wasser selbst berührte, sondern ein paar Zoll darüber stund. Das

Thermometer war also blos den Dämpfen des kochenden Wassers ausgesetzt. Sie trugen dabei Sorge, daß die Thermometerröhre so tief als möglich in das Gefäß gebracht wurde, damit auch die Quecksilbersäule in der Röhre einerlei Grad der Hitze empfände. Deßwegen sah bei f über dem Korkstöpsel nicht mehr von der Röhre heraus, als man nöthig hatte, um das Ende der Quecksilbersäule noch wohl bemerken zu können.

Zweitens hatten diese Herren bisweilen, doch in dem nämlichen Gefäß und mit übrigens gleichen Umständen, die Thermometerkugel in das Wasser selbst gesenkt. Sie füllten nämlich so viel Wasser zu, daß die Kugel 2 bis 3 Zoll tiefer unter dem Wasser stund.

In beiden Fällen erhitzten sie nur den Boden des Gefäßes, und verhüteten, daß das Feuer nicht höher hinauf an die Seitenwände des Gefäßes schlagen könnte. Deßwegen bedienten sie sich nur eines Kohlenfeuers, und damit die Hitze auch von diesem nicht an die Seitenwände möchte kommen können, so legten sie nicht allzuweit über dem Boden einen ungefähr 2 Zoll breiten Ring von Eisenblech um das Gefäß.

Nun will ich noch die Bemerkungen, welche diese gelehrte Gesellschaft über ihre angestellten Versuche machte, kürzlich anführen.

1) Am Wasser selbst fanden sie keinen Unterschied. Sie mochten distillirtes, oder Regen-, oder Quellwasser nehmen, so bekamen sie, wenn es kochte, einerlei Grad der Wärme.

2) Das Wasser mochte schnell oder langsam gekocht werden, so gab das Thermometer doch keinen größern Unterschied, als höchstens von $\frac{1}{10}$ fahrenheitischen Grad. Nur in dem Fall betrug es mehr, wenn ein großer Theil der Seitenwände des Gefäßes, dem Feuer ausgesetzt wurde. Der Unterschied konnte auf $\frac{1}{2}$ Grad steigen.

3) Wenn die Kugel des Thermometers 15 Zoll unter dem Wasser stund, so stieg das Thermometer um $\frac{3}{5}$ Grad höher, als wenn die Kugel nur von 4 Zoll hoch Wasser bedeckt, die Röhre aber dabei in den Dämpfen des kochenden Wassers war. Deßwegen schlagen sie vor, die Kugel nur bis auf die bestimmte Höhe von 4 Zollen unter das Wasser zu bringen.

4) Am regelmäßigsten fallen die Thermometerhöhen aus, wenn nur etliche Zolle Wasser unter und eben so viele über der Kugel sich befinden. Man muß daher nach dem Verhältniß der Größe der Thermometer mehrere Gefäße von verschiedener Höhe haben.

5) Am allersichersten ist es, wenn man die Kugel gar nicht in das Wasser, sondern blos in die Dämpfe des kochenden Wassers stellt.

6) Die Dämpfe sind oben beim Deckel so heiß, als unmittelbar über dem kochenden Wasser. Daher ist es gleichviel, die Kugeln mögen nahe oder weit vom Wasser abstehen.

7) Die Hitze der Dämpfe beträgt 0, 48 fahrenheitische Grade weniger, als die Hitze des kochenden Wassers. Dieses trägt eben so viel aus, als der Unterschied, den

eine Barometerveränderung von $\frac{3}{10}$ englischen Zollen bewirken kann. Daher muß der, im Wasser selbst gesuchte Siedpunkt mit dem in den Dämpfen bestimmten übereintreffen, wenn bei dem letztern die Barometerhöhe $\frac{3}{10}$ Zoll höher als bei dem erstern gewesen ist.

8) Wenn einerlei Thermometer, gänzlich unter einerlei Umständen und bei einerlei Barometerhöhe, aber an verschiedenen Tagen, entweder in das Wasser selbst, oder in die Dämpfe gestellt wurden, so fand sich ein Unterschied von 0, 35 bis 0, 8 Graden. Die niedergesetzte Kommission konnte die Ursache hievon nicht entdecken.

Durch diese Gesellschaft von Gelehrten ist nunmehr auch unwidersprechlich fest gesetzt worden, bei welcher Barometerhöhe der Siedpunkt des Thermometers bestimmt werden müsse.

Das fahrenheitische Thermometer, welches in England das übliche ist, nöthigte zu diesem Schritt, wenn es anders richtig verfertigt werden sollte. Man weiß, daß an diesem Thermometer der 32ste Grad die Kälte des schmelzenden Eises und der 212te die Hitze des kochenden Wassers bezeichnet. Nun konnte aber der letztere Grad unmöglich richtig seyn, wenn man bald bei einem höhern, bald bei einem niedrigern Barometerstand die Hitze des kochenden Wassers bestimmte.

Ich dachte schon lange darauf, den fahrenheitischen Eispunkt durch unmittelbare Versuche, nämlich durch Vermischung schmelzenden Eises und Salmiaks, zu suchen — dann den Raum von diesem bis zur Kälte des schmelzen-

den Eises in 32 Grade zu theilen — endlich aber noch 180 dergleichen Grade darüber zu setzen, und nunmehr im siedenden Wasser zu untersuchen, bei welcher Barometerhöhe das siedende Wasser das Quecksilber im Thermometer auf diesen gefundenen 212ten Grad bringen würde. Allein da unbekannt ist, wie viele Theile Eis und Salmiak Fahrenheit zusammengesetzt, so stund ich von meinem Vorhaben ab.

Die bemeldete gelehrte Gesellschaft zeigt nicht an, wie sie die Richtigkeit des fahrenheitischen Thermometers, um deren Untersuchung willen sie war niedergesetzt worden, geprüft habe. Aber es ist genug, daß sie den Ausspruch gethan: Wenn das fahrenheitische Thermometer die Kälte des schmelzenden Eises durch den 32sten und die Hitze des kochenden Wassers durch den 212ten Grad richtig ausdrücken soll, so müsse der Siedpunkt im Wasser bei der Barometerhöhe von 29, 5 englischen Zollen = 332, 15 pariser Linien, und in den Dämpfen des kochenden Wassers bei der Barometerhöhe von 29, 8 englischen Zollen = 335, 5 pariser Linien genommen werden.

Die Franzosen bedienen sich des reaumurischen Thermometers, und ich habe viele Vermuthung, daß sie den Siedpunkt desselben, bei der erstbemeldeten Barometerhöhe, suchen werden. Hr. du Crest machte seine meisten Thermometerbeobachtungen zu Paris, und nahm zu seinem Siedpunkt die Barometerhöhe von 27 Zoll, 9 Linien = 333 Linien an, weil, wie er sagt, diese Barometerhöhe sehr oft (vermuthlich zu Paris) vorkomme. Da man nun gewohnt ist, die mittlere Barometerhöhe bei Suchung

des Siedpunkts anzunehmen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß die Franzosen sich zum Siedpunkt des reaumurischen Thermometers dieser Barometerhöhe bedienen werden. Da nun von der englischen Akademie, zur Bestimmung des fahrenheitischen Siedpunkts, im Wasser selbst, dessen man sich bisher bediente, der Barometerstand von 332, 15 pariser Linien angenommen worden; so scheint nunmehr eine Übereinstimmung in Ansehung der zum Siedpunkt anzunehmenden Barometerhöhe, für die zwei üblichsten Thermometer, nämlich das fahrenheitische und das reaumurische bis auf 0, 85 Linie, die man wohl vernachlässigen kann, zu Stande gekommen zu seyn.

In dem angeführten Bericht der englischen Kommission befindet sich eine Tabelle, durch die man sehr bequem den richtigen Siedpunkt finden kann, wenn man denselben bei einer andern Barometerhöhe, als die angegebene ist, bestimmt hat. Ich will dieselbe mittheilen und dann den Gebrauch derselben anzeigen. Weil aber in Deutschland das französische Maaß bekannter ist, als das englische, so will ich das französische, nach Linien, beisetzen.

Tabelle.

Barometerhöhe bei Bestimmung des Siedpunkts.				Berichtigung in Tausendtheilen des Zwischenraums vom Eis- bis Siedpunkt.
Beim Gebrauch der Dämpfe.		Beim Gebrauch des Wassers selbst.		
Englisches Maaß.	Pariser Linien.	Englisches Maaß.	Pariser Linien.	
		— 64	345,00	— 10
		— 53	343,76	— 9
— 71	345,78	— 41	342,40	— 8
— 59	344,43	— 29	340,94	— 7
— 48	343,20	— 18	339,82	— 6
— 37	341,96	30,07	338,58	— 5
— 25	340,60	— 95	337,23	— 4
— 14	339,38	— 84	335,99	— 3
30,03	338,13	— 73	334,75	— 2
— 91	336,78	— 61	333,40	— 1
— 80	335,54	— 50	332,15	0
— 69	334,30	— 39	330,92	+ 1
— 58	333,06	— 28	329,68	+ 2
— 47	331,82	— 17	328,45	+ 3
— 36	330,58	29,06	327,20	+ 3
— 25	329,35	— 92	325,63	+ 4
— 14	328,10	— 81	324,39	+ 5
29,03	326,87	— 70	323,15	+ 6
— 92	325,63	28,59	321,91	+ 7
— 81	324,39			+ 8
— 70	323,15			+ 9
28,59	321,91			+ 10

Diese Tabelle wird nun auf folgende Art gebraucht. Wenn man den Siedpunkt z. E. in den Dämpfen, bei der Barometerhöhe von 27 pariser Zollen oder 324 Linien bestimmt hat, so suche man in der 2ten Kolumne die nämliche oder ihr am nächsten kommende Barometerhöhe auf. Man findet in derselben in diesem Fall 324, 39, als die nächste Zahl zu 324. Hierauf sucht man in der 5ten Kolumne die dazu gehörige Berichtigung auf und findet + 9. Das Zeichen (+) bedeutet, daß $\frac{9}{1000}$ von dem Raum, der sich zwischen dem Eis- und Siedpunkt befindet, noch zugesetzt werden müsse. Man mißt daher mit einem verjüngten Maaßstab den Zwischenraum vom Eis- bis zum Siedpunkt: dieser betrage z. B. 260 Theile desselben; so sagt man, wie sich verhält 1000 zu 620, so verhält sich 9 zu $5\frac{6}{10}$ Theilen des gebrauchten Maaßstabs. Man nimmt daher $5\frac{6}{10}$ Theile von den Maaßstab, setzt sie noch über den bestimmten Siedpunkt und bekommt dadurch den Punkt, auf welchen bei der Barometerhöhe von 335, 54 pariser Linien der Siedpunkt treffen würde. Das Zeichen (—) gibt an, daß man so viele Tausendtheile abziehen müsse, als in der Tabelle für jede zugehörige Barometerhöhe angegeben sind.

Das sechste Kapitel.

Von dem untern festen Punkt der Thermometer.

§. 118.

Den untern festen Punkt der Thermometer nennt man insgemein den Eispunkt. Ich werde ihn der Kürze halber selbst nicht anders benennen, obgleich dieser Ausdruck einigen Zweideutigkeiten unterworfen ist. Denn man pflegt nicht nur die Temperatur des schmelzenden Eises und Schnees, sondern auch den künstlichen Gefrierpunkt des Hrn. Fahrenheit, Eispunkt zu nennen.

§. 119. Bei dem bemeldeten künstlichen Gefrierpunkte des Fahrenheits werde ich mich nicht lange aufhalten. Er wird erlangt, wenn man Schnee oder zerstoßenes Eis mit Salmiak vermischt. Ich habe zwar oft bemerkt, daß ein dergleichen Gemeng von Eis und Salz (von welcher Art auch das Salz sey) den Grad seiner Kälte 15 Minuten lang unverändert behalte, wenn man nur nicht zu wenig zu dem Gemeng genommen hat. Es legt sich nämlich an dem Boden und an den Seitenwänden des Gefäßes eine dicke und hart gefrorne Rinde an. In der Mitte bleibt das mit Salz vermischte, fein gestoßene Eis oder Schnee, gleich einem Gelee, flüßig; und die äußere, mit großer Kälte versehene Rinde läßt

nicht nur keine Wärme in die Mitte dringen, sondern theilt wohl selbst noch seine Kälte dem innern Theil des Gemenges eine Zeit lang mit. Indessen weil der fahrenheitische Gefrierpunkt nicht mehr durch wirkliche Versuche, sondern dadurch bestimmt wird, daß man von dem, durch schmelzendes Eis erhaltenen Gefrierpunkt bis zum Siedpunkt in 180 Grade theilt, und noch 32 dergleichen Grade unter den natürlichen Eispunkt trägt, um bei dem 32sten Grad den wahren fahrenheitischen Gefrierpunkt zu bestimmen, so wäre es überflüssig, wenn man viel davon reden wollte, da noch überdieß dieser künstliche Gefrierpunkt doch nie so sicher und richtig, als der natürliche gefunden werden kann.

§. 120. Umständlicher werde ich von dem natürlichen Eispunkt handeln. Es ist unstreitig, daß die Richtigkeit eines Thermometers großentheils von der Richtigkeit dieses Punktes abhängt. Eher möchte noch ein kleiner Fehler an dem Siedpunkt zu übersehen seyn; denn dieser hat keinen so großen Einfluß auf diejenigen Grade, mit welchen man gewöhnlich die Wärme und Kälte der Atmosphäre bestimmt, weil er zu weit von ihnen entfernt ist, als der Eispunkt, der nahe an denjenigen Graden des Thermometers liegt, mit welchen man tägliche Beobachtungen anstellt. Ein Fehler an dem Eispunkt theilt sich deßwegen auch denjenigen Graden des Thermometers mit, die sich nahe an demselben befinden.

§. 121. Man hat verschiedene Methoden, den Eispunkt zu bestimmen. Schon vor langen Zeiten bediente man sich des schmelzenden, klein zerstoßenen Eises, des schmelzenden Schnee's, und des mit Wasser vermischten

Eises. Hr. dü Crest hat in den Jahren 1740 eine noch andere Art, einen beständigen Eispunkt zu bekommen, erfunden und sie in seinen kleinen Schriften über das Thermometer bekannt gemacht. Er ließ nämlich in einem geräumigen Gefäß Wasser so stark einfrieren, daß nicht nur die Oberfläche, sondern auch die Seitenwände und der Boden desselben mit einer starken Eisrinde überzogen wurde. Das in der Mitte desselben befindliche Wasser nennte er Wasser im Eis. Er behauptet, der Grad der Kälte dieses Wassers sei so beständig, daß er nie über $\frac{1}{32}$ eines Grads abweiche.

§. 122. Ich bediente mich ungefähr zehn Jahr lang dieses Eispunktes, weil ich mich auf das Zeugniß des Hrn. dü Crest verließ, und ich auch selbst glaubte, ihn richtig genug befunden zu haben; denn ganz vollkommen beständig fand ich ihn gleich anfangs nicht, wie ich bald zeigen werde. Ich zog aber diese Methode um der Bequemlichkeit willen vor, weil man in dieses eingefrorne Wasser, ohne Gefahr, viele Thermometer stellen und alle Augenblicke eines oder das andere wieder herausnehmen kann. Wider das schmelzende Eis und Schnee war ich, theils durch den Hrn. dü Crest, mit Vorurtheilen eingenommen worden, theils hatte ich einige Thermometer darin zerstoßen, und dieses verursachte, daß ich blos Wasser im Eis zur Bestimmung meines Eispunktes erwählte.

§. 123. Einige Jahre lang hatte ich mich nicht mehr mit Verfertigung der Thermometer abgegeben. Als ich aber vor etlichen Jahren dieses Geschäft wieder vornahm, kam ich wegen meines Eispunktes in große Verlegenheit. Ich hatte schon vor zehn Jahren mir ein Probthermome-

ter aus Weingeist gemacht. Dieses zeigte sehr große Grade und hatte doch eine mäßig große Kugel. Ihr Durchmaaß betrug sechs Linien. Es war nach reaumurischen Quecksilberthermometern verglichen, wobei ich mir alle Mühe gab, sonderlich den ersten Grad über dem Eispunkt sehr genau zu bestimmen. Dieser erste Grad war genau $\frac{1}{2}$ pariser Zoll groß; und dieses setzte mich in den Stand, durch Hülfe eines Zirkels und verjüngten Maaßstabs $\frac{1}{50}$ Grad noch richtig abzunehmen. An diesem Probthermometer hatte ich schon ehehin drei Punkte mit sehr feinen seidenen Fäden bezeichnet. Der mittlere kam mit der gewöhnlichen Kälte des schmelzenden Eises oder Schnee's, oder mit der am öftesten vorkommenden Kälte des Wassers im Eis überein. Der zweite stund $\frac{6}{50}$ Grad tiefer und der dritte um $\frac{4}{50}$ Grad höher, und bezeichnete Temperaturen, die im Wasser und im Eis ebenfalls öfters angetroffen werden.

§. 124. Meine ehemaligen Erfahrungen überzeugten mich also schon, daß die Temperatur des Wassers im Eis nicht beständig sei. Da aber auf die Richtigkeit des Eispunkts außerordentlich viel ankommt, um die Thermometer richtig zu machen, §. 120, so entschloß ich mich, das Wasser im Eis, das schmelzende Eis und Schnee und das mit Wasser vermischte Eis genauer zu untersuchen.

Den Anfang machte ich mit dem Wasser im Eis. Von meinen alten Thermometern hatte ich noch sechs vorräthig, der Eispunkt war an ihnen durch das Wasser im Eis bestimmt worden. Ich setzte sie also von neuem in das Wasser im Eis; das Gefäß war wieder einen Schuh weit. Ich ließ das Wasser so stark eingefrieren,

daß die Eisrinde an den Seitenwänden drei Zoll dick wurde. Meine alten Thermometer stunden in diesem Wasser sämtlich ungefähr ⅛ Grad über den bezeichneten Fäden.

§. 125. Jezt dachte ich daran, die Ursache von dieser Verschiedenheit der Kälte in dem eingefrornen Wasser zu finden. Allein wie es geht, — man ist nicht immer so glücklich, gleich auf das erstemal den rechten Grund einer Sache zu finden. Man entfernt sich öfters sogar von der wahren Ursache, je künstlicher man seine Sache machen will. Indessen hat man bisweilen dadurch das Vergnügen, etwas anders, auch nicht unnützes, zu finden, was man eben nicht gesucht hatte. So ging es mir im gegenwärtigen Fall.

Ich suchte den Grund der größern Kälte meines ehemaligen eingefrornen Wassers in der Beschaffenheit des Wassers selbst; weil meine Thermometer zu verschiedenen Zeiten waren verfertigt worden, und doch beinahe alle ihren Eispunkt zu tief gesetzt hatten, ich mir aber nicht einbilden konnte, daß alle diese Thermometer, durch einen blosen Zufall, einen zu tief gesetzten Eispunkt sollten bekommen haben. Bei meinem letzten Versuch hatte ich eingefrornes Regenwasser, bei meinen ersten Versuchen aber nur Quellwasser. Diese Quellen *) haben das Besondere, ob sie gleich laufende Wasser sind, daß sie mitten im heißesten Sommer um 1¾ dü Crestische Grade tiefer stehen, als das Mittelmäßige der Erde. Ich vermuthe

*) Sie sind zu Gnodstadt, einem ansbachischen Dorfe, an der würzburgischen Gränze.

deßwegen, daß diese Quellen Salztheile enthalten, und daß diese bei dem eingefrornen Wasser die Ursache einer grössern Kälte gewesen seien. Weil ich mit diesem Quellwasser keine Versuche mehr anstellen konnte, so suchte ich auf einem andern Weg zu erforschen, ob ein mit Salztheilen vermischtes Wasser, nachdem es eingefroren, einen größern Grad der Kälte, als ein süßes, annehmen würde.

§. 126. Um dieses zu erfahren, füllte ich ein Gefäß, in welches sechs Maaß gingen, mit Wasser, warf eine kleine halbe Handvoll Kochsalz hinein und ließ es gefrieren. Nachdem die Oberfläche, die Seitenwände und der Boden mit einer nicht gar zolldicken Eisrinde überzogen waren, zerbrach ich das Eis und stellte mein Probthermometer hinein. Die Kälte war eben so, wie schmelzendes Eis angibt, oder wie ich sie auch in meinem stark eingefrornen Regenwasser, §. 124, gefunden hatte. Ich hatte zuvor schon etlichemal bemerkt, daß auch die Kälte des süßen Wassers größer wurde, wenn es sehr stark und bei einer großen Kälte eingefroren war. Deßwegen wollte ich versuchen, was mein Salzwasser thun würde, wenn es stärker gefröre. Ich ließ es deßwegen so stark eingefrieren, daß nur eine Höhlung von drei Zollen darin blieb. In dieses mit so starkem Eis umgebene Wasser stellte ich von neuem mein Thermometer. Ich fand seine Kälte — 1 Grad. Jetzt glaubte ich gefunden zu haben, was ich wünschte. Ich dachte, die größere Kälte, die ich an meinen ersten Thermometern, anstatt des wahren Eispunktes, bezeichnet hatte, rühre von Salztheilen her, die sich in meinem Quellwasser möch-

ten befunden haben. Daß aber die Kälte meines ehemaligen eingefrornen Quellwassers nicht so groß gewesen, als in meinem eingefrornen Salzwasser, schrieb ich dem u, daß mein Quellwasser nicht so viele Salztheile konnte enthalten haben, als mein Salzwasser.

§. 127. Es ist vielleicht auch wohl möglich, daß mein eingefrornes ehemaliges Quellwasser Salztheile mit sich führte. Ich kann mir aber, wie ich sogleich anführen werde, den an meinen Thermometern befundenen Unterschied der Kälte, noch auf einem natürlichern und leichtern Weg erklären. Indessen hat mich doch mein eingefrornes Salzwasser gelehrt, in der Wahl des Wassers sorgfältig zu seyn, und das Quellwasser zuvor durch Vergleichung mit dem Regenwasser zu untersuchen, ehe man es gebraucht, um den Eispunkt damit zu suchen.

§. 128. Ich habe neuerdings mit eingefrornen Regen- und meinem gegenwärtigen Quellwasser, welches mit dem Regenwasser vollkommen übereinstimmte, sehr viele Versuche mit dem Wasser im Eis gemacht, und bin dadurch zur Genüge überzeugt worden, daß es ganz und gar nicht den festen und unveränderlichen Grad der Kälte habe, den Hr. dü Crest und Hr. Strohmeyer ihm beilegt. Ich will aus meinen vielfältigen Versuchen nur das Allgemeine, was ich angemerkt habe, hieher setzen.

§. 129. Ich hatte an meinem Probthermometer, nach §. 123, drei Fäden, welche dreierlei Temperaturen des Wassers im Eis bezeichneten. Die mittlere werde ich die richtige nennen, weil sie am gewöhnlichsten im Wasser im Eis angetroffen wird und mit der Kälte des schmelzenden Eises übereinkommt. Bei meinen Versuchen

fand ich nun 1) wenn der Boden und die Seitenwände meines Gefäßes nur mit einer, einen Zoll dicken Eisrinde überzogen waren, und die äußere Kälte nicht im starken Zunehmen war, sondern das Thermometer in der freien Luft nur ungefähr auf dem Eispunkt stund, so blieb das Thermometer um $\frac{4}{10}$ Grad zu hoch. 2) Öfters hatte das eingefrorne Wasser den richtigen Grad der Kälte, wenn gleich die Seitenwände des Gefäßes nur mit einer zolldicken Eisrinde umgeben waren. Ich durfte in diesem Fall die Kugel der Thermometer auf dem gefrornen Boden aufsetzen, oder sie frei in dem Wasser aufhängen, so blieben sie auf einem Punkt stehen. Dieses geschahe, wenn die äußere Kälte im starken Zunehmen war. 3) Öfters war aber das Wasser im Eis um $\frac{4}{10}$ Grad zu warm, wenn gleich die Seitenwände des Gefäßes fünf Zoll dick Eis hatten, und die Höhlung, in der sich das Wasser noch befand, kaum zwei Zoll im Durchmesser betrug. Ich konnte dem Wasser nicht den gehörigen Grad der Kälte geben, wenn ich gleich die Oberfläche des Eises nur ganz wenig durchbrach und das Gefäß in großer Kälte hielt. 4) Wenn die Kugeln der Thermometer auf dem Boden aufstehen und dem Angefrieren entweder nahe sind, oder wirklich angefrieren, oder auch manchmal, doch nicht allezeit, wenn die durchbrochene Oberfläche des Eises wieder zugefriert, so stehen die Thermometer um $\frac{6}{10}$ Grad zu tief. 5) Eben dieses geschieht auch bisweilen, sonderlich wenn das Wasser bei sehr großer Kälte stark und sehr schnell eingefriert; wenn gleich die Kugeln nicht auf dem Eis aufsitzen und man auch die Oberfläche offen erhält. 6) Muß ich überhaupt

bemerken, daß ich in dem kalten Winter von 1779 bis 1780 bei meinen vielmaligen und allezeit wieder mit anderm Wasser angestellten Versuchen, das Unglück hatte, öfter einen unrichtigen und entweder zu hohen oder zu tiefen Stand des Thermometers im eingefrornen Wasser anzutreffen, als den richtigen.

§. 130. Ich kann also hieraus mit Zuverlässigkeit versichern, daß die Kälte des Wassers im Eis $\frac{10}{50}$ Theil eines Grades unterschieden seyn könne, und daß diese Temperatur lange nicht so richtig und beständig sei, als Hr. dü Crest angibt.

Was soll man erst von der Methode des Hrn. Strohmeyers sagen, der das Wasser nur in einem Glascylinder eingefrieren läßt, worin, nach seinem eigenen Zeugniß, das dicke Eis nur die Dickung eines Fingers betrug, da ich bei einer vier Zoll dicken Eisrinde die Kälte oft um $\frac{4}{50}$ Grad zu warm und öfters um $\frac{6}{50}$ Grad zu kalt fand.

§. 131. Aus meinen obigen Versuchen kann ich mir jetzt erklären, warum bei meinen alten Thermometern der Eispunkt durch das Wasser im Eis zu tief angegeben worden. Ich setzte meine Thermometer sehr oft in eingefrornes Wasser, ehe ich den Seidenfaden mit Firniß befestigte. Nun glaubte ich, die größte Hitze, die das Wasser annehme, sei die richtigste. Deßwegen ruckte ich den Faden allezeit weiter hinunter, wenn ich den Saft tiefer als zuvor befand. Nun erhellt aber aus §. 129 N. 4, 5, daß das Wasser im Eis bisweilen einen grössern Grad der Kälte annehme. Und eben diesen großen Grad der Kälte hatte ich durch meine zu große Vorsicht auf meinen Thermometern bezeichnet.

§. 132. Weil ich nicht hinlängliche Richtigkeit und Beständigkeit bei dem Wasser im Eis antraf; so mußte ich die andern Methoden, den Eispunkt zu bestimmen, desto sorgfältiger prüfen.

Hr. de Luc bediente sich zu dem untern festen Punkt seiner Thermometer bald des schmelzenden, bald des mit Wasser vermischten Eises. Ehe ich mich von der Richtigkeit und Beständigkeit der Temperatur des schmelzenden Eises und von der Unbeständigkeit des Grads der Kälte von dem Wasser im Eis überzeugte, befremdete es mich oft, daß Hr. de Luc von der Erfindung seines Mitbürgers, des Hrn. dü Crest, die ihm doch bekannt war, gar keine Meldung that und keinen Gebrauch davon machte, da sich doch diese Methode wenigstens durch ihre Bequemlichkeit empfiehlt, indem man in ein eingefrornes Wasser ohne alle Gefahr viele Thermometer zugleich hängen kann. Seitdem ich aber erfahren, daß die Temperatur des schmelzenden Eises beständiger sei, als des Wassers im Eis, so hat meine Verwunderung über das Stillschweigen des Hrn. de Luc von dieser Methode aufgehört.

§. 133. Schmelzendes zerstoßenes Eis und schmelzender Schnee ist einerlei. Denn was ist der Schnee anders als feines Eis? Diese beiden Materien müssen deßwegen bei ihrem Schmelzen einerlei Grad der Kälte geben. Ich habe ihn auch nie anders befunden, indem ich mit meinem §. 123 beschriebenen Probthermometer, welches große Grade machte, vielfältige Proben darüber angestellt habe. Es stund mein Thermometer (einen einzigen Fall ausgenommen, den ich bald anführen werde, der sich aber vermeiden läßt) nie weder $\frac{1}{10}$ Grad höher

noch tiefer. Ich fand auch dadurch, daß der Grad der Kälte von schmelzendem Eis und Schnee mit der mittlern Kälte des Wassers im Eis, den ich für den richtigen angenommen habe, übereintrifft. So fand ich auch, daß es gleichgültig sei, ob das Eis oder Schnee in einem sehr heißen oder temperirten Zimmer zum Schmelzen gebracht werde. Oft habe ich einem ganzen Tag lang mein Probthermometer im schmelzenden Eis erhalten, und so lange nur das Thermometer noch ganz mit Eis umgeben blieb, so lange erhielt es sich genau auf einerlei Punkt.

§. 134. Nur müssen hiebei einige Vorsichtsregeln beobachtet werden. Einige derselben sind allgemein und müssen in jedem Fall, man erwähle diese oder jene Methode, den Eispunkt zu suchen, sorgfältig befolgt werden.

1) Alle mit Saft gefüllten Thermometer dürfen, wenn sie sich auf einem sehr hohen Stand befunden haben, nicht augenblicklich in das schmelzende Eis oder auch das Wasser im Eis gebracht werden. Beim Herablaufen des Saftes bleibt viel davon an der Röhre hängen. Ich habe bemerkt, daß, wenn das Thermometer von dem 60sten reaumurischen Grad bis auf den Eispunkt herabfällt, soviel, als $\frac{1}{4}$ Grad beträgt, hängen bleibt. Weil nun das hängenbleibende spät zusammenlauft und zu besorgen ist, es möchte sich durch diesen Umstand ein kleiner Fehler einschleichen; so lasse man die Saftthermometer, ehe man an ihnen den Eispunkt sucht, etliche Tage in einem Zimmer hängen, dessen Temperatur von der Kälte des schmelzenden Eises nicht viel abweicht.

2) Alle Thermometer, an welchen man den Eispunkt bestimmen will, müssen so tief in schmelzendes Eis oder

Schnee, oder Wasser mit Eis vermischt, oder auch in das Wasser im Eis gestellt werden, daß nichts von dem Saft oder der Quecksilbersäule des Thermometers heraussieht.

3) Der Punkt, wo das Thermometer stehen bleibt, muß mit einem sehr feinen Faden von Seide genau bezeichnet werden.

4) In dem 133sten §. habe ich gesagt, daß auch das schmelzende Eis in Einem Fall von seiner gewöhnlichen Temperatur abweiche. In eben diesem Falle weicht aber auch das Wasser im Eis auf die nämliche Weise ab. Ich meine, bei eingefallenem Thauwetter. Ich habe bei dem Wasser im Eis sehr oft bemerkt, daß es um $\frac{4}{10}$ Grad wärmer wird, wenn Thauwetter einfällt. Eben dieses habe ich nun auch bei dem schmelzenden Eis wahrgenommen. Ich wollte, bei schon etliche Tage anhaltendem Thau- und Regenwetter, an noch etlichen Thermometern den Eispunkt bezeichnen. Zuvor aber untersuchte ich mit meinem Probthermometer die Kälte des noch vorhandenen Eises und Schnee's. Diese fand ich nun $\frac{4}{10}$ oder ungefähr $\frac{1}{12}$ Grad geringer, als sonst gewöhnlich.

Sonderbar möchte allerdings dieser Umstand vorkommen, weil, wenn man im Winter in einem 20 Grad heißen Zimmer ein zuvor noch nicht schmelzendes Eis dergestalt schmelzen läßt, daß von einem anfangs 4 bis 5 Zoll dicken Eis- und Schneeklumpen, nur noch so viel übrig bleibt, daß das Thermometer zur Noth damit umgeben ist, dieses schmelzende Eis $\frac{4}{10}$ Grad Kälte mehr behält, als ein beim Thauwetter schmelzendes Eis, welches kaum durch eine + 4 Grad große Wärme geschmolzen wird. Allein es ist dieses doch so wunderbar nicht.

Denn wenn man hart gefrornes Eis zerstößt und Wasser daran gießt, dieses Gemeng aber nicht an einen Ort setzt, der kälter als der Eispunkt ist, so gibt dieses mit Wasser vermischte Eis die Kälte auch um $\frac{4}{10}$ Grad zu gering an. Eben dieser Umstand ist auch beim Thauwetter. Es kommt zum Schnee und Eis der Regen, und die äußere Temperatur der Luft ist wärmer, als der Eispunkt.

§. 135. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich (denn durch Proben konnte ich mich nicht davon überzeugen), daß ein Eis in einer Eisgrube, bei eingefallener Sommerwärme, ebenfalls keinen andern Grad der Wärme haben werde; und daß man folglich im Sommer durch Eis aus der Eisgrube den Eispunkt wohl nicht richtig genug werde finden können. Ein einziges Mittel ist indessen doch noch übrig, dieses zu bewerkstelligen. Man zerstoße das Eis, gieße Wasser daran, setze aber etwas weniges Salz hinzu, bringe das Gemenge, durch beständiges Umrühren, in eine gleiche Temperatur, und versuche mit seinem Probthermometer so lange, bis es denjenigen Grad der Kälte bekommen hat, den man für den Eispunkt annimmt.

§. 136. Vielleicht macht man den Einwurf: Was denn mich berechtige, diejenige Temperatur, welche das beim Thauwetter schmelzende Eis und Schnee hat, für unrichtig anzugeben? Man könnte diese Temperatur wohl auch für den Eispunkt annehmen. Allein 1) dauert das Thauwetter nur etliche Tage; hingegen hat man manchmal viele Wochen lang einen strengen Winter. Daher halte ich es für vernünftiger, nicht auf etliche ungewisse Tage zu warten und die vielen guten Wintertage ver-

streichen zu lassen. 2) Ist die Temperatur des beim Thauwetter schmelzenden Eises und Schnee's allzu unbeständig. Wenn es schon sehr stark in den Schnee oder das Eis geregnet hat, so fehlt von der Temperatur des im Winter schmelzenden Eises bald nicht mehr $\frac{4}{10}$, sondern wohl $\frac{1}{4}$ Grad. 3) Kommt die Temperatur des im Winter in einem warmen Zimmer schmelzenden, zuvor stark gefrornen Eises mit derjenigen Temperatur überein, die man gemeiniglich auch bei dem Wasser im Eis findet; und man kann deßwegen, wenn man bemeldete Temperatur annimmt, sich dieser beiden Methoden zugleich bedienen.

§. 137. Will man durch das Wasser im Eis den Eispunkt suchen, so muß man, wegen der Veränderlichkeit der Temperatur dieses Wassers, ein Probthermometer, gleich dem §. 123 beschriebenen, haben, an welchem durch das schmelzende Eis der Eispunkt schon bemerkt ist. Dieses hängt man nebst den andern Thermometern in das Wasser im Eis, um zu erfahren, ob das Wasser die rechte Temperatur habe.

§. 138. Bei dem schmelzenden Eis oder Schnee ist folgende Vorsicht anzuwenden. 1) Man stößt das Eis, indem man es in ein schlechtes Tuch wickelt und mit einem hölzernen Hammer klein zerschlägt. 2) Muß man ein etwas großes Gefäß nehmen und erstlich eine Lage von ungefähr 2 bis 3 Zoll hoch zerstoßenen Eis oder Schnee hinein thun; dann das Thermometer darauf setzen und es ringsherum mit Eis oder Schnee so hoch umgeben, daß der Saft oder die Quecksilbersäule nicht mehr aus dem Eis oder Schnee heraussieht. 3) Das abthauende oder schmelzende Wasser muß beständig ablaufen, deßwe-

gen muß das Gefäß in seinem Boden Löcher haben. 4) Wenn das Eis oder der Schnee schmelzt, so zieht er sich zusammen. Es gibt also eine Öffnung, nicht nur zwischen den Wänden des Gefäßes und dem Eis, sondern es entsteht auch eine Höhlung um die Thermometerröhre herum. Letztere wird schädlich, weil die Wärme der Luft dadurch an das Thermometer kommen kann. Man muß deßwegen diese Öffnung von Zeit zu Zeit mit klar zerstoßenem Eis wieder ausfüllen. 5) Man muß das Eis oder den Schnee, um den richtigen Punkt zu bekommen, wirklich und so stark schmelzen lassen, daß viel Wasser davonlauft. Deßwegen muß man das Eis an einem warmen Ort schmelzen lassen. Dieses ist sonderlich nöthig, wenn man das Eis bei einer sehr großen Kälte zerstößt. Ich habe Eis angetroffen, welches sechs und mehr Grad Kälte in sich hatte. Da dauert es nun auch in sehr warmen Zimmern 3 bis 4 Stunden, bis es seine Kälte verliert. Die Regel ist deßwegen diese: Der richtige Eispunkt ist alsdann, wann das Thermometer nicht mehr steigt, sondern unbeweglich so lange stehen bleibt, als es vom schmelzenden Schnee oder Eis umgeben wird.

§. 139. Wenn man zerstoßenes Eis mit Wasser vermischt, so kann man zwar auch den nämlichen Grad der Kälte finden, den das schmelzende Eis gibt. Allein man ist dabei nicht so sicher, als bei dem schmelzenden Eis, von welchem das Wasser ablauft. Will man indessen sich doch dieser Methode bedienen, so muß man theils ein Probthermometer zugleich mit hineinhängen, theils folgende Vorsicht dabei anwenden.

1) Man erwähle ein etwas großes Gefäß und thue viel zerstoßenes Eis hinein.

2) Man gieße nicht mehr Wasser hinzu, als man nöthig hat, um das Thermometer, ohne Gefahr es zu zerstoßen, hinein bringen zu können.

3) Man schütte wohl erkältetes Wasser an das zerstoßene Eis. Am besten ist's, man nehme Wasser, welches dem Gefrieren nahe, oder wirklich schon mit einer Eisrinde überzogen ist.

4) Man beobachte an einem Ort, wo die Kälte der Luft unter dem Gefrierpunkt ist.

5) Weil das Eis vom Wasser emporgehoben wird, so darf man das Thermometer nicht auf dem Boden des Gefäßes aufstellen, sondern muß es dergestalt in das mit Wasser vermischte Eis hängen, daß unter der Kugel des Thermometers noch ein Zoll Eis bleibt. Hr. Strohmeyer hat nicht verstehen können, wie es gemeint sei, wenn Hr. de Luc sagt: „Es solle unter der Kugel des Thermometer wenigstens noch ein Zoll Eis bleiben; da das Eis von dem Wasser gehoben werde." Allein das ganze Geheimniß besteht darin, daß man das Thermometer nicht in das mit Eis vermengte Wasser stelle, sondern hänge.

Von der Temperatur des Kellers der Sternwarte zu Paris.

§. 140.

Unter der pariser Sternwarte ist ein 84 Schuh tiefer Keller und in diesem ein Loch in einer Mauer, in

welchem sich immer einerlei Temperatur befinden soll. Diese Temperatur pflegt man gerne auf den Thermometern anzumerken. Ja es haben sogar Hr. dü Crest und Hr. Fowler diese Temperatur zu dem untern festen Punkt ihres Thermometers angenommen.

§. 141. Die Ursache, warum Hr. dü Crest dieses that, war, weil er glaubte, diese Temperatur sei theils das Mittel zwischen Kälte und Wärme, theils weil er vermutthete, diese Temperatur werde, in einer gewissen Tiefe unter dem Erdboden, an allen Orten der Welt angetroffen. Er behauptete deßwegen, die Temperatur des Kellers der Sternwarte könne in tiefen Bergwerken, tiefen Brunnen und in der Tiefe des Meeres gefunden werden.

§. 142. Es ist freilich ein besonderer Einfall, eine Temperatur zu einem festen Punkt am Thermometer anzunehmen, die man aus einem einzigen Keller in der ganzen Welt, oder aus tiefen Bergwerken, oder tiefen Brunnen, oder aus dem Grund des Meer herausholen soll. Hr. dü Crest sagt zwar, man dürfe sich nur ein einziges Thermometer aus Paris bringen lassen, so könne man alle die andern darnach richten. Aber letzteres möchte den meisten Liebhabern und Verfertigern der Thermometer so wenig anstehen, als das erstere möglich ist. Bergwerke, tiefe Brunnen und das Meer hat man nicht an allen Orten. Dann fragt sich erst noch, ob allezeit einerlei Temperatur darin gefunden wurde. Hr. Forster hat, auf seiner Reise in die Südsee, das Thermometer 100 Klafter tief ins Meer gelassen und ohne Zweifel mit der nöthigen Vorsicht. Allein bis man es herauf brachte, zeigte es beinahe die Temperatur der obern

Schicht Wasser. Ich habe §. 125 Brunnen angeführt, die, ob sie gleich laufende Wasser sind, mitten im Sommer $1\frac{3}{4}$ dü Crestische Grade kälter sind, als die Temperatur des Kellers der Sternwarte ist. Aus allen diesen Gründen scheint die Temperatur für einen festen Punkt am Thermometer wenigstens deßwegen unschicklich, weil man den Eispunkt leichter und richtiger bekommen kann.

§. 143. Hr. dü Crest wendet hierwider ein, man müsse das Thermometer so einrichten, daß man von der mittlern Wärme der Erde die Grade der Kälte und der Wärme zu zählen anfange. Allein hierauf läßt sich wieder antworten.

1) Ist es noch nicht erwiesen, weder daß diese Temperatur die Wärme des Erdbodens, noch das Mittel zwischen der größten Wärme und Kälte sei, die auf der Oberfläche des Erdbodens angetroffen wird. Es kommt auch überdieß noch auf den Erdstrich an, von welchem man die mittlere Wärme nehmen will. Und diese ist gewiß unter dem Pol ganz anders, als unter der Linie.

2) Wenn man von der absoluten Wärme und Kälte redet, so ist gar keine mittlere Wärme zu bestimmen, da man die äußersten Gränzen der Kälte und Wärme nicht kennt.

3) Kann man die Grade der Kälte und Wärme mit eben so vielem Recht, von der größten Kälte und Wärme der Erde, als von ihrer mittlern Wärme, zu zählen anfangen.

Alles dieß zusammen genommen mag die Ursache seyn, warum das Thermometer des Hrn. dü Crest sein Glück nicht besser gemacht hat.

§. 144. Will man indessen diese Temperatur des Mittelmäßigen an seinen Thermometern bezeichnen, so kann man es thun, ohne ein Probthermometer aus Paris zu haben. Hr. dü Crest und Hr. de Luc haben an ihren Thermometern diese Temperatur sehr genau bestimmt; und weil diese zwei Gelehrten vollkommen übereinstimmen, so kann man sich auf ihre Richtigkeit verlassen. An dem 80theiligen Quecksilberthermometer fällt die Temperatur des Kellers der pariser Sternwarte auf 9, 6 Grad. Hingegen an einem Weingeistthermometer, vom Weingeist, der Pulver zündet, und welches vom Eis- bis Siedpunkt 80 Grade getheilt ist, kommt sie mit 7, 6 Grad überein.

Das dü Crestische Weingeistthermometer gibt das nämliche an. Dieses ist von der bemeldeten Temperatur an bis zum Siedpunkt in 100 Grade getheilt, und bis zum Eispunkt hat es unter seiner 0, $10\frac{2}{5}$ Grad; also vom Eis- bis Siedpunkt $110\frac{2}{5}$ Grad. Nun ist aber der Siedpunkt unter der Barometerhöhe von 27″. 9‴. genommen. Reducirt man ihn daher auf die Barometerhöhe von 27 Zoll, so fällt der Siedpunkt auf $99\frac{2}{7}$ Grad, wofür wir aber nur $99\frac{1}{5}$ Grad annehmen wollen. Folglich wäre vom Eis- bis Siedpunkt $109\frac{3}{5}$ Grad. Macht man aus diesen 80theilige Grade und setzt das tempere, wie an dem dü Crestischen Thermometer auf $10\frac{2}{5}$ über den Eispunkt, so bekommt man:

$$109\tfrac{3}{5} : 80 :: 10\tfrac{2}{5} : 7,\ 594,$$

welches mit 7, 6 Graden des Thermometers des Hrn. de Luc genau genug übereinstimmt.

Von dem Grad der erzwungenen Kälte durch zwei Theile Eis oder Schnee und einen Theil Küchensalz.

§. 145.

Der Hr. von Reaumur hat an seinem alten Weingeistthermometer einen Grad der Kälte bemerkt, die durch Vermischung von zwei Theilen zerstoßenen Eis oder Schnee und einem Theil Küchensalz erzwungen wird. Er setzt ihn an seinem bemeldeten Thermometer auf den 15ten Grad unter der Null. An dem 80theiligen Quecksilberthermometer fällt er genau auf den 17ten Grad; wie hierin meine Versuche mit den von Hrn. de Luc angestellten auf das genaueste übereinstimmen.

§. 146. Man kann diesen Versuch leicht nachmachen. Allein man muß Schnee oder Eis nehmen, welches schon anfängt zu schmelzen, und die vorgeschriebene Proportion beibehalten. Sonst kann das Thermometer in diesem Gemenge wohl bis 18¾ Grad fallen. Dann ist auch noch zu merken, daß die Kälte geringer wird, sobald der Schnee anfängt zu Wasser zu schmelzen.

Das siebente Kapitel.

Von dem Verhältniß der wahren Wärme zu der Abtheilung des achtzigtheiligen Quecksilberthermometers.

§. 147.

Es würde mir ohne Zweifel zu einem Fehler angerechnet werden, wenn ich in einem Lehrbuch über die Thermometer nichts von dem Verhältniß der wahren Wärme zu dem Thermometer sagen wollte, nachdem Hr. de Luc so glückliche Versuche in dieser Sache gemacht hat. Vor diesen Versuchen konnte man von dieser Materie gar nichts, auch nicht einmal nur Wahrscheinliches bestimmen. Es erkannten zwar die Naturforscher, daß wenigstens nicht alle Thermometer, und vielleicht gar keine, die Unterschiede der wahren Wärme, sondern nur eine scheinbare Wärme angäben. Denn wenn man die Ausdehnung des Quecksilbers und Weingeists mit einander verglich, so fand man sie sehr verschieden, und zwar nicht nur vom Eis- bis Siedpunkt, sondern auch in den darzwischen fallenden Punkten. Man bemerkte, daß sich der Weingeist in den obersten Graden, vom Siedpunkt herab, bis zu einiger bestimmten abnehmenden Wärme, stärker verdichte oder zusammenziehe, als das Quecksilber bei der nämlichen Ab-

nahme der Wärme; dann aber, daß gegen und unter dem Eispunkt, bei einem gewissen bestimmten Zwischenraum zwischen zwei Temperaturen, die Verdichtungen des Weingeistes lange nicht mehr so groß seien, als die vom Quecksilber. Hieraus schloßen nun die Naturforscher, daß entweder der Weingeist oder das Quecksilber, oder vielleicht alle beide, die Unterschiede der wahren Wärme nicht richtig angeben.

§. 148. Man konnte dieses um so weniger erwarten, da das Quecksilber und der Weingeist im Gebrauch zu Thermometern nichts thun, als daß sie nur zeigen, wie stark sich jede dieser Materien bei einem gewissen Zuwachs der Wärme ausdehne. Konnte man aber hoffen, daß bei jedesmaligem neuen und gleich starken Zuwachs der Wärme, sich auch das Volumen des Quecksilbers und Weingeists gleich stark ausdehnen werde? d. h. daß, z. E. bei zehn Graden der wirklichen Wärme um den Eispunkt, das Quecksilber und der Weingeist sich eben so stark ausdehnen sollten, als bei zehn Graden der wirklichen Wärme um den Siedpunkt.

§. 149. Der Grund hievon liegt schon in der Natur der Verdichtung der Körper. Alle Körper verdichten sich durch die Kälte. Es ist aber für jeden Körper doch nothwendig eine Gränze, wo seine Verdichtung aufhört, sonst müßte er sich in's Unendliche verdichten und endlich Nichts werden. Von manchen Körpern kennt man die Gränzen ihrer Verdichtung, z. E. vom Wasser, Quecksilber, Baumöl u. dgl. Nun geschieht aber in der ganzen Natur nichts durch einen Sprung, sondern durch lauter ordentlich auf einander folgende Wege. Es wäre daher

wider alle vernünftige Begriffe, anzunehmen, daß die Körper, wenn sie sich in einer sehr starken Ausdehnung befinden und durch die Kälte wieder verdichten, bei gleichem Maaß der zunehmenden Kälte immer gleich stark verdichten, und bei dem letzten Maaß der Kälte, die für ihre gänzliche Verdichtung bestimmt ist, auf einmal stehen bleiben sollen. Nimmt man hingegen an, daß sich die flüssigen Körper eben so verdichten, wie sich die Federn zusammendrücken, so kann alles ganz natürlich erklärt werden. Man lege auf eine losgelassene Feder ein Gewicht von einem Loth; dann nach und nach 2, 3, 4 Loth u. s. w. Man messe, wie stark durch jedes Loth Gewicht die Feder zusammengedrückt werde; so wird man finden, daß die Feder durch das erste Gewicht am stärksten und durch die darauffolgenden gleich schweren Gewichter immer weniger zusammengepreßt werde. Eben dieses läßt sich, auch ohne Erfahrung, sehr wahrscheinlich auf die Verdichtung der Körper durch die Kälte anwenden. Wenn sich Körper verdichten, so drängen sich ihre Theile immer näher zusammen. Je näher nun bereits schon diese Theile zusammen getreten sind, desto mehr wird das weitere Zusammenrücken erschwert, und ein desto größeres Übergewicht der Kälte wird erfordert, um noch ein weiteres Verdichten zu bewirken. Hieraus erhellt demnach, daß sich die Körper, bei abwechslenden gleich großen Veränderungen der Wärme und Kälte, nicht gleich stark ausdehnen und verdichten können.

§. 150. Auf diese Gründe baute Hr. de Luc sein System, nach welchem er behauptet, das Quecksilber verdichte sich gegen die wirkliche Wärme noch regelmäßiger

als der Weingeist. Denn als er ein Weingeist- und Quecksilberthermometer, deren jedes vom Eis- bis zum Siedpunkt in 80 gleiche Grade getheilt war, mit einander verglich, so fand er, daß bei einerlei Wärme der Weingeist in seinen obersten Graden sich weit stärker verdichte, als das Quecksilber, daß hingegen, je mehr die Wärme abnimmt, bei einerlei Unterschied der Wärme, die Verdichtungen des Weingeists weit geringer seien, als des Quecksilbers. Noch merklicher war dieses an einem Wasserthermometer, wo die letzte Verdichtung, die fünf Graden des Quecksilberthermometers gleich kam, nur noch $\frac{2}{10}$ Grad von der achtzigtheiligen Skale des Wasserthermometers betrug. Er schloß hieraus vollkommen richtig, daß diejenigen Körper, die sich anfangs gegen andere sehr stark und am Ende sehr wenig verdichten, am wenigsten geschickt seien, durch ihre Verdichtung und Ausdehnung die wahre Wärme und Kälte anzuzeigen. Daher gab er dem Quecksilber den Vorzug, weil sich dieses gegen alle andere Materien anfangs am wenigsten verdichtet.

§. 151. Hr. de Luc suchte nachher durch wirkliche Erfahrungen zu bestimmen, in wiefern sich das Quecksilber in seinem Gang der wirklichen Wärme nähere. Hr. le Sage hatte ihm den Vorschlag gethan, gewisse Theile kaltes und warmes Wasser mit einander zu vermischen; die mittlere Wärme, welche dieses Gemeng erhielt, müßte dann eine wahre Wärme seyn; und würde man in dieses Gemeng ein Thermometer bringen, so würde sich dann ergeben, in wieferne es sich in seinem Gang dieser wahren Wärme nähere.

§. 152. Ehe ich die Versuche des Hrn. de Luc anführe, muß ich erst noch von diesem Verfahren an und für sich Rechenschaft geben und es erklären.

Wenn man gleiche Theile warmes und kaltes Wasser vermischt, so theilt das warme Wasser dem kalten eben so viele warme Theile mit, als das kalte dem warmen Kälte gab. Folglich wird das Wasser nach der Mischung nur halb so warm, als das heiße war. Z. E. man vermische siedendes und eingefrornes Wasser, so sollte das Gemeng nach dem reaumurischen Thermometer 40 Grad haben. Weil man aber das siedende Wasser weder messen noch wägen kann, überdieß das siedende Wasser, sobald man es nur vom Feuer nimmt, augenblicklich etliche Grade Hitze verliert, so kann man ein kochendes Wasser hiezu nicht gebrauchen. Auch das eingefrorne Wasser kann nicht ohne Schwierigkeit hiebei angewendet werden. Nimmt man ein kaltes Wasser, welches etwan + 5 reaumurische Grade, und ein warmes, welches + 75 dergleichen Grade warm ist, so fragt sich nun, welches die mittlere Wärme dieses Gemenges werden müsse? Die Sache ist leicht. Nennt man den + 5ten Grad 0, so wird aus dem 75sten Grad der 70ste; die Hälfte hievon ist 35. Dieser 35ste Grad aber wird auf der gewöhnlichen reaumurischen Abtheilung der 40ste, weil der 5te Grad für 0 angenommen worden, folglich zu den 35 Graden noch 5 hinzugesetzt werden müssen, um die mittlere Wärme des Gemenges auf der Skale bestimmen zu können. Hr. de Luc gebraucht daher in diesen und andern ähnlichen Fällen die Formel:

$$5 + \frac{75 - 5}{2} = 40$$

§. 153. Bei dieser Vermischung des kalten und warmen Wassers ist noch ein Umstand zu bedenken. Gießt man das heiße Wasser in das kalte, so verliert das heiße etwas von seiner Hitze, theils durch das kalte Gefäß, in welchem das kalte Wasser befindlich ist, theils durch den Durchgang des heißen Wassers durch die kalte Luft; theils indem man das vermischte Wasser, durch ein Herumrühren, in eine gleichförmige Temperatur bringt. Bringt man hingegen das kalte Wasser in das heiße, so bekommt das Wasser nach der Vermischung, wegen des heißen Gefäßes, etwas Wärme zu viel. Hr. de Luc nahm daher aus beiden Versuchen ungefähr das Mittel; er wählte daher am liebsten die letztere Art, wobei er wegen des heißen Gefäßes etwas weniges von der gefundenen mittlern Wärme abzog. Ich werde jetzt seine hierüber angestellten Versuche kürzlich anführen.

§. 154. Erster Versuch. In 15 Pfund Wasser, welches + 6 reaumurische Grade kalt war, goß er eben so viel heißes Wasser, in welchem das reaumurische Thermometer + 75 Grad hoch stund. Die mittlere Wärme sollte nach §. 152 seyn

$$6 + \frac{75 - 6}{2} = 40, 5. \text{ über } 0.$$

Das Quecksilberthermometer stieg in dieser Mischung + 39, 2 Grad.

§. 155. Zweiter Versuch. Zu eben so viel + 75 Grad heißen Waßers, als er zu dem ersten Versuch nahm, goß er gleichviel kaltes Wasser, in welchem das Thermometer + 5, 2 Grad hielt. Die mittlere Wärme sollte seyn:

$$5,2 + \frac{75 - 5,2}{2} = 40,1.$$

Wegen des heißen Gefäßes sollte das vermischte Wasser wohl noch etwas heißer seyn. Das Thermometer hielt aber darin doch nur auf den + 39, 3 Grad.

§. 156. Man sieht aus beiden Versuchen, daß das Quecksilberthermometer nicht zu derjenigen mittlern Wärme hinaufgestiegen, welches doch hatte geschehen müssen, wenn die Verdichtung seines Volumens gleichen Unterschieden der wahren Wärme gleich kommen sollte. Noch weiter aber wich das Weingeistthermometer ab. Bei dem zweiten Versuch war die Kälte des kalten Wassers nach dem Weingeistthermometer + 4, 1 Grad, die Hitze des warmen Wassers + 73, 8 Grad, folglich sollte die mittlere Höhe seyn:

$$= 4,1 + \frac{73,8 - 4,1}{2} = 38,9 \text{ Grad.}$$

Das Weingeistthermometer stund aber in der Vermischung nur 34, 4 Grad. Weil nun nicht nur das Weingeist-, sondern auch das Quecksilberthermometer, in der Vermischung des Wassers, nicht zu der wahren Wärme hinaufstieg; so erhellt, daß beide Thermometer, bei gleichem Unterschied der Wärme, anfangs sich stärker verdichten, als wenn sie weiter zu ihrer Verdichtung kommen. Indessen nähert sich doch das Quecksilberthermometer in seinem Gang noch am meisten dem Gang der wahren Wärme.

§. 157. Hr. de Luc konnte aus seinen ersten zwei Versuchen schon bestimmen, wie weit bei dem 40sten Grad das Quecksilberthermometer unter der wahren Wärme bleibe. In dem ersten Versuch war die wahre Wärme

40, 5. und das Quecksilberthermometer stund darin 39, 2, folglich 1, 3 Grad tiefer. Bei dem zweiten Versuch war die wahre Wärme 40, 1, und das Thermometer stund 39, 3, folglich 0, 8 Grad tiefer. Bei dem ersten Versuch aber hatte die Mischung, wegen des kalten Gefäßes und des Durchgangs des warmen Wassers durch die Luft, etwas von seiner Wärme verloren, und bei dem zweiten Versuch, wegen des heißen Gefäßes, etwas zu viel Hitze empfangen. Er schätzt im ersten Fall den Verlust auf 0, 3, und im zweiten Fall den Zuwachs der Hitze auf 0, 2 Grad, und daher steht das Quecksilberthermometer auf 39 Grad, wenn die wahre Wärme 40 Grad ist.

§. 158. Indessen ist leicht einzusehen, daß dieses Verhältniß noch nicht ganz richtig seyn könne. Sowohl das kalte, als auch das warme Wasser, welches zu dem ersten und zweiten Versuch genommen worden, war nicht nach einem Thermometer, welches die wahre Wärme anzeigte, sondern nur nach dem Quecksilberthermometer gemessen worden. Ob nun gleich beide bemeldte Temperaturen nicht weit von den zwei festen Punkten, den Eis- und Siedpunkt, entfernt sind, und deßwegen bei denselben die wahre Wärme von den Graden des Quecksilbers nicht viel abweichen kann, so mußte es doch etwas betragen, da bei dem 40sten Grad die wahre Wärme von derjenigen, die das Quecksilberthermometer angibt, ungefähr ei- Grad unterschieden ist.

§. 159. Hr. de Luc hat durch einen glücklichen Einfall nicht nur die wahre Wärme dieser Temperaturen, die er zu seinem kalten und warmen Wasser angenommen

hat, sondern auch sogar die wahre Wärme des ganzen Raums vom Eis- bis Siedpunkt, im Verhältniß zu dem Quecksilberthermometer, sehr wahrscheinlich entdeckt. Er hatte verschiedene Ölthermometer schon zuvor mit dem Quecksilberthermometer verglichen. Er merkte, daß dieselben nicht weit von dem Quecksilberthermometer abweichen. Er untersuchte deßwegen, ob er nicht unter denselben eines antreffen würde, welches, wenn er den nämlichen Versuch damit anstellen würde, den er nach seinem ersten und zweiten Versuch mit dem Quecksilberthermometer gemacht hat, alsdann bei der mittlern Wärme eben so weit unter dem Quecksilberthermometer zurückbleiben würde, als das Quecksilberthermometer von der wahren Wärme entfernt blieb, nämlich einen Grad.

§. 160. Hr. de Luc fand, daß das Thermometer von dem wesentlichen Öl der Kamillen genau diese Eigenschaften habe. Wenn das Quecksilberthermometer auf + 75 steht, so zeigt das Thermometer von Kamillenöl + 74, 7. Vereinigt man die zwei Versuche des Hrn. de Luc, §. 154, 155, und nimmt für die Temperatur der zwei kalten Wasser,

$$\frac{6 + 5,2}{2} = 5,6,$$

so kommt diese Temperatur des Quecksilberthermometers ungefähr mit 5, 1 Grad des Kamillenölthermometers überein. Die mittlere Wärme, nach den angegebenen Graden des Kamillenölthermometers, sollte also seyn:

$$5,1 + \frac{74,7 - 5,1}{2} = 39,9$$

Nun stund aber das Quecksilberthermometer, wenn man auch hierin die zwei ersten Versuche des Hrn. de Luc vereinigt, in dem vermischten Wasser

$$\frac{39,5 + 39,1}{2} = 39,3.$$

Diese 39, 3 Grade des Quecksilberthermometers kommen mit 37, 9 Graden des Kamillenölthermometers überein. Es blieb also das Kamillenölthermometer genau zwei Grade unter der wirklichen Wärme; folglich, da das Quecksilberthermometer nur einen Grad davon abweicht, steht das Kamillenölthermometer zum Quecksilberthermometer in eben dem Verhältniß, als das Quecksilberthermometer zur wirklichen Wärme.

§. 161. Hr. de Luc vermuthete daher mit vieler Wahrscheinlichkeit: wenn man sich ein Thermometer, das die wahre Wärme anzeige, in 80 gleiche Grade abgetheilt vorstellte, und dem Quecksilberthermometer solche Grade gäbe, die das Kamillenölthermometer haben muß, wenn es mit dem Quecksilberthermometer harmoniren soll, so würde dann das Quecksilberthermometer die Grade der wahren Wärme angeben. Er hat deßwegen folgende Tabelle, wo für die Grade des Quecksilberthermometers Grade der wirklichen Wärme und anstatt der Grade des Kamillenölthermometers die Grade des Quecksilberthermometers gesetzt sind, entworfen.

Tabelle.

Wirkliche Wärme.		Dem Quecksilberthermometer zugehörige Grade.	Verdichtungen des Quecksilbers durch gleiche Verminderungen der Wärme.
Siedend Wasser	80	80	5, 3
	75	74, 7	5, 3
	70	69, 4	5, 2
	65	64, 2	5, 2
	60	59, 0	5, 2
	55	53, 8	5, 1
	50	48, 7	5, 1
	45	43, 6	5, 0
	40	38, 6	5, 0
	35	33, 6	4, 9
	30	28, 7	4, 9
	25	23, 8	4, 9
	20	18, 9	4, 8
	15	14, 1	4, 8
	10	9, 3	4, 7
	5	4, 6	4, 6
Zergehend Eis	0	0, 0	
			80, 0

§. 162. Hr. de Luc suchte nunmehr durch noch mehrere Versuche seine Theorie noch vollkommener zu machen und zu bestätigen. Er berechnete erstlich seine ersten zwei Versuche, wegen dessen, was §. 158 gesagt worden, nochmal, nämlich nach der Tabelle, die er über die wirkliche Wärme entworfen hatte.

Nach seinem ersten Versuch war Wasser von 75 und 6 Graden Wärme vermischt. Dieß war nach der Tabelle, §. 161, 75, 3 und 6, 5 Grad wirkliche Wärme. Die mittlere Wärme sollte seyn, nach Formel §. 152:

$$6,5 + \frac{75,3 - 6,5}{2} = 40,9.$$

Für den Verlust der Wärme wurde, nach §. 157, 0, 3 Grad gerechnet, folglich wäre die vorhandene Wärme 40, 6 Grad. Diese stimmen in der Tabelle mit 39, 2 Graden des Quecksilberthermometers überein; und an diesem Ort stund es auch in der Mischung des Wassers. §. 154.

Nach dem zweiten Versuch, §. 155, war Wasser vermischt, das 75 und 5, 2 Grad warm war. Dieses betrug nach der Tabelle, §. 161, 75, 3 und 5, 6 Grad wirkliche Wärme. Die mittlere Wärme war also:

$$5,6 + \frac{75,3 - 5,6}{2} = 40,5.$$

Die Vermehrung der Wärme wegen des heißen Gefäßes wurde, nach §. 157, auf 0, 2 Grad gerechnet. Folglich sollte die vorhandene Wärme in dem Gemenge seyn = 40, 7 Grad. Diese stimmen nach der Tabelle, §. 161, mit 39, 3 Graden des Quecksilberthermometers überein,

und an diesem Punkt stund auch das Quecksilberthermometer im Gemenge wirklich. §. 155.

§. 163. Hr. de Luc machte den dritten Versuch und mischte mit einem Theil 75 Grad heißen Wassers, und zwar im heißen Gefäß, zwei Theile Wasser, die 6, 2 Grad des gewöhnlichen Quecksilberthermometers kalt waren. Diese zwei Temperaturen kommen nach der Tabelle mit 75, 3 und 6, 7 Graden der wirklichen Wärme überein. Die Wärme der Mischung sollte also seyn:

$$6,7 + \frac{75,3 - 6,7}{3} = 29,6.$$

Das Gefäß war aber heißer, als die Mischung, und weil dießmal mehr kaltes als heißes Wasser genommen wurde, so konnte man den Überschuß der Wärme, wegen des heißen Gefäßes, auf 0, 3 Grad schätzen; welche man zu 29, 6 Grad noch hinzusetzen muß. Folglich wäre die Wärme der Mischung 29, 9. Diese stimmen nach der Tabelle, §. 161, mit 28, 6 Graden des Quecksilberthermometers überein. Und Hr. de Luc fand dieses Thermometer darin auf 28, 7 Grad.

§. 164. Nach dem vierten Versuch vermischte Hr. de Luc zwei Theile 75 Grad heißes und einen Theil 6, 9 Grad kaltes Wasser zusammen. Diese Temperaturen kommen nach der Tabelle mit 75, 3 und 7, 4 Graden der wirklichen Wärme überein. Die Wärme der Mischung sollte also seyn:

$$7,4 + \frac{(75,3 - 7,4) \times 2}{3} = 52,7.$$

Für die Vermehrung der Hitze durch das heiße Gefäß, die aber dießmal nur auf 0, 1 Grad geschätzt werden

kann, weil des heißen Wassers noch so viel war, als des kalten, mußte die Mischung 52, 8 Grad heiß seyn. Diese geben, nach der Tabelle, für das Quecksilberthermometer 51, 5 Grad, und an diesem Ort fand Hr. de Luc auch wirklich das Quecksilberthermometer in der Mischung des Wassers.

§. 165. Fünfter Versuch. Hr. de Luc vermischte einen Theil 77 Grad heißes und einen Theil 1 Grad kaltes Wasser. Nach der Tabelle ist die wahre Wärme dieser Temperaturen 1, 1 und 77, 2 Grad. Die mittlere Wärme der Mischung sollte seyn:

$$1,1 + \frac{77,2 - 1,1}{2} = 39,15.$$

Dießmal aber war das heiße in das kalte Wasser gegossen worden. Folglich verlor die Mischung etwas von ihrer Wärme, wegen des kalten Gefäßes und des Durchgangs des heißen Wassers durch die kalte Luft; da aber dießmal die Kälte größer war, als bei dem ersten Versuch, so konnte Hr. de Luc für gegenwärtigen Verlust, anstatt 0, 3 Grad nach §. 157, 0, 4 Grad rechnen. Den Verlust der Erkältung des Gemenges, so lange der Versuch dauerte, berechnet Hr. de Luc sehr wahrscheinlich auf $\frac{3}{20}$ Grad. Folglich wäre der ganze Verlust $\frac{4}{10} + \frac{3}{20} = 0,55$ Grad.

Wird dieser Verlust von 39, 15 Graden abgezogen, so wäre die Wärme der Mischung nach den Graden der wirklichen Wärme 38, 60; diese stimmen nach der Tabelle mit 37, 2 Grad des Quecksilberthermometers überein; und an diesen Punkt ist, nach dem Zeugniß des Hrn. de Luc, das Quecksilber in der Mischung wirklich gekommen.

§. 166. Diese Versuche beweisen zur Genüge, wie genau die Tabelle, §. 161, die Grade der wirklichen Wärme an dem Quecksilberthermometer angibt. Jetzt kommt aber noch einiges hierüber zu bemerken vor.

Man kennt aus dieser Tabelle wohl die Grade der wirklichen Wärme vom schmelzenden Eis bis zur Hitze des kochenden Wassers; der Verfasser der memoires sur la reforme etc. wendet aber Seite 158 und ff. hierwider ein, dieses helfe nicht viel. Man könne deßwegen noch nicht bestimmen, welche Wärme doppelt oder dreifach so groß, als eine gegebene sei, da die Null der Thermometer, sie möge stehen, wo sie wolle, nur einen unbekannten Theil der Wärme anzeige; wir aber den Anfang der Wärme nicht wüßten. Dieses ist zwar freilich richtig. Allein wenn wir gleich nicht die erste Gränze der wahren Wärme wissen, so ist doch das schon genug, nur den richtigen Gang der wahren Wärme innerhalb desjenigen Raums zu kennen, der zu unserm Gebrauch zu wissen nöthig ist, ich meine zwischen dem Eis- und Siedpunkt und etwan 30 bis 40 Grade unter dem Eispunkt. In diesem Zwischenraum aber haben wir, durch die Bemühungen des Hrn. de Luc, den Gang der wahren Wärme, in Verhältniß gegen das Quecksilberthermometer, kennen lernen. Da man überdieß, wenn man einige Glieder einer geometrischen Progression hat, dieselbe im Ab- und Zunehmen weiter fortführen kann, so ist es einem Mathematiker, der die der Tabelle, §. 161, beigefügten Verdichtungen des Quecksilbers, die in einer abnehmenden geometrischen Progression fortlaufen, zu benutzen weiß,

Grade der wirklichen Wärme.		rdichtungen des ueckſilberthermometers, nach der metriſchen Progreſſion.		Verdichtungen des Thermometers, auf eine einzige Decimalſtelle gebracht.	
Siedpunkt	80				
	75	5, 322		5, 3	
	70	5, 277		5, 3	
	65	5, 233		5, 2	
	60	5, 189		5, 2	
	55	5, 145		5, 2	
	50	5, 102		5, 1	
	45	5, 059		5, 1	
	40	5, 016		5, 0	
	35	4, 974		5, 0	
	30	4, 932		4, 9	
	25	4, 891		4, 9	
	20	4, 850		4, 8	
	15	4, 809		4, 8	
	10	4, 769		4, 8	
	5	4, 729		4, 7	
Eispunkt —	0	4, 690	79, 987	4, 7	— 80, 0
	5	4, 650		4, 7	
	10	4, 611		4, 6	
	15	4, 572		4, 6	
	20	4, 534		4, 5	
	25	4, 496		4, 5	
	30	4, 458		4, 5	
	35	4, 421		4, 4	
	40	4, 383		4, 4	
	45	4, 347		4, 3	
	50	4, 310		4, 3	
	55	4, 273		4, 3	
	60	4, 237		4, 2	
	65	4, 201		4, 2	
	70	4, 166		4, 2	
	75	4, 131		4, 1	
	80	4, 096		4, 1	
		9, 886		69, 9	

ein leichtes, die Grade der wahren Wärme, im Verhältniß gegen das Quecksilberthermometer, über den Siedpunkt und unter den Eispunkt so weit fortzuführen, bis das Quecksilber die ihm gegebene Hitze oder Kälte nicht mehr auszuhalten im Stande ist.

§. 167. Ich habe einen Versuch damit gemacht, und habe gefunden, daß die Verdichtungen des Quecksilbers gegen die wirkliche Wärme, wie sie §. 161 in der Tabelle vorgestellt ist, so genau in einer geometrischen Progression fortlaufen, als es in diesem Fall möglich ist; wo die Glieder nur mit einer einzigen Decimalstelle angegeben und noch überdieß durch Versuche mit dem Thermometer gefunden worden, die so kitzlich sind, daß man sich glücklich schätzen muß, wenn man dabei nicht mehr als um $\frac{1}{10}$ Grad fehlt. Daher muß man sich nicht wundern, wenn die Rechnung von der Erfahrung in ein paar Fällen ein wenig abweicht und z. E. für die ersten 5 Grade über den Eispunkt, die Verdichtung des Quecksilbers, durch die geometrische Progression, um 0, 09 größer angegeben wird, als Hr. de Luc nach seinen Versuchen bestimmte.

Das erste Glied dieser geometrischen Progression ist 53220000, wovon ich aber nur die ersten vier Ziffern behalten habe und der Exponent ist 0, 9916. Ich habe diese geometrische Reihe bis zu dem 80sten Grad der wirklichen Kälte, welche an dem Quecksilberthermometer, mit dem 69, 886 Grad übereinkommt, unter dem Eispunkt fortgesetzt.

§. 168. Weil ich bei den ersten fünf Graden über dem Eispunkt eine noch merkliche Abweichung der Progression von der Erfahrung des Hrn. de Luc bemerkte, die auch auf die darauffolgenden aufsteigenden Glieder einigen Einfluß hat, so suchte ich auf meine Rechnung gewissermassen eine Probe zu machen. Ich nahm, nach der Erfahrung des Hrn. de Luc, die Verdichtungen des Quecksilbers, von den ersten 40 Graden vom Siedpunkt herab, zusammen. Diese betragen 41, 40. Das nämliche that ich auch mit den andern 40 Graden, die bis zum Eispunkt reichen. Diesen 38, 60. Diese zusammengenommenen Verdichtungen des Quecksilbers sahe ich als das erste und zweite Glied einer geometrischen Progression an, deren Exponent 0, 9323 ist. Eigentlich sollte für das erste und zweite Glied 41400000 und 38600000 — genommen werden; ich behielt aber nur die ersten vier Ziffern. Das dritte Glied dieser Progression wäre 35, 99 und das vierte 33, 55. Das dritte Glied gibt nun die ersten 40 Grade unter dem Eispunkt und das vierte die zweiten 40, oder den 80sten Grad unter der Null. Es beträgt aber 35, 99 + 33, 55, 69, 54 Grad. In diesem Fall ist der 80ste Grad der wirklichen Wärme an dem Quecksilberthermometer, durch größere Theile der Progression, gefunden worden. Bei der, durch mehrere kleinere Glieder fortgesetzten abnehmenden Progression fiel, nach der Tabelle, auf den 69, 9 Grad des Quecksilberthermometers. Der Unterschied der beiden Rechnungen ist also in einer weit entfernten Gränze nur 0, 3 Grad. Dieses ist Genauigkeit genug und bestätigt mich in meiner Meinung, theils daß die Verdichtungen des Quecksilbers

in einer geometrischen Reihe fortlaufen, theils daß bei den ersten 5 Graden über dem Eispunkt vom Hrn. de Luc ein Fehler der Beobachtung vorgegangen, der aber von so geringer Bedeutung ist, daß er, besonders bei dergleichen kitzlichen Beobachtungen, gar nicht verdient, geahndet zu werden.

§. 169. Es entsteht nun wohl die Frage: Soll man dem Quecksilberthermometer eine solche Abtheilung geben, daß es die Grade der wirklichen Wärme anzeige, oder soll man fortfahren, es in gleiche Grade zu theilen? Letzteres räth Hr. de Luc und ich stimme ihm bei. Denn erstlich sind mit dem in gleiche Grade abgetheilten Thermometer bisher viele Beobachtungen gemacht worden, die man in der Folge noch benutzen will, die aber, bei einer vorgenommenen Veränderung in der Abtheilung des Thermometers, Unrichtigkeiten und Verwirrungen unterworfen wären. Zweitens gehört eine große Pünktlichkeit dazu, eine Abtheilung von ungleichen Graden zu verfertigen, da hingegen nur mittelmäßige Zeichner eine in gleiche Grade getheilte Skale gut verfertigen können. Drittens ist es wenigstens zur Zeit noch nicht rathsam, dem Thermometer die Grade der wirklichen Wärme, anstatt der in gleiche Grade getheilten Skale zu geben, bis erst von geschickten Naturforschern mehrere Versuche über das Verhältniß der wahren Wärme zum Gang des Quecksilberthermometers gemacht und diese Sache vollkommen berichtigt worden, damit man nicht in der Folge der Zeit, durch beständige Berichtigungen, anstatt eines neuen Thermometers zehn bekomme. Am rathsamsten ist es da-

her viertens, sich eine Tabelle zu halten, auf welcher, neben der gewöhnlichen Abtheilung des Quecksilberthermometers, die Grade der wirklichen Wärme angezeigt sind. Dadurch kann man, so oft man es nöthig hat, die Grade der wirklichen Wärme leicht finden und auf das Quecksilberthermometer anwenden.

Hr. de Luc hat §. 422 III. eine solche Tabelle entworfen. Ich will sie zum Besten derjenigen, die sein Werk nicht besitzen, hieher setzen. Aus meiner, §. 167, gegebenen Tabelle kann man, durch die dort angezeigten Progressionen, die Grade auch unter den Eispunkt fortführen.

Tabelle.

Quecksilberthermometer.	Wirkliche Wärme.
80 —	— 80, 00
75 —	— 75, 28
70 —	— 70, 56
65 —	— 65, 77
60 —	— 60, 96
55 —	— 56, 15
50 —	— 51, 26
45 —	— 46, 37
40 —	— 41, 40
35 —	— 36, 40
30 —	— 31, 40
25 —	— 26, 22
20 —	— 21, 12
15 —	— 15, 94
1 —	— 10, 74
5 —	— 5, 43
0 —	— 0, 00

Der Raum zwischen fünf Graden kann allezeit in gleiche Theile eingetheilt werden.

§. 170. Hr. de Luc hat, ehe er seine Versuche über die wirkliche Wärme gemacht, vermuthet, das Quecksilber habe, bei gleicher Veränderung der Wärme und Kälte, ein gleiches Volumen seiner Ausdehnung und Verdichtung.

Deßwegen gab er dem Quecksilber den Vorzug vor allen andern Säften, im Gebrauch zu dem Thermometer. Da aber, durch die nachfolgenden Versuche des Hrn. de Luc, das Quecksilber einigermassen diesen Vorzug verloren hat, so sagt der Verf. der memoires sur la reforme des Therm., man dürfe dem Weingeistthermometer die Grade der wirklichen Wärme nur auch beisetzen; dann sei es so gut, als das Quecksilberthermometer, da das Quecksilber bei seiner Verdichtung nicht weniger, als der Weingeist, einen abnehmenden Gang habe. Hierauf antworte ich erstens: obgleich das Quecksilber bei seiner Verdichtung auch einen abnehmenden Gang hat, so ist er doch nicht so stark abnehmend, als bei dem Weingeist. Deßwegen nähert sich der Gang des in gleiche Grade abgetheilten Quecksilberthermometers, unter allen Säften, noch am besten dem Gang der wirklichen Wärme. Zweitens: wenn man dem Weingeistthermometer die Grade der wirklichen Wärme beilegen wollte, so würden die Grade gegen und unter dem Eispunkt gar klein werden müssen, weil der Weingeist einen gar stark abnehmenden Gang hat. Z. B. wenn das Weingeistthermometer vom Eis- bis Siedpunkt in 80 gleiche Grade getheilt wird, so stimmen 3, 9 Grad über dem Eispunkt mit fünf Graden des reaumurischen Quecksilberthermometers überein. Nun kommen 4, 7 Grade des Quecksilberthermometers fünf Grade der wirklichen Wärme gleich. Diese 4, 7 Grade des Quecksilberthermometers geben an dem Weingeistthermometer ungefähr 3, 7 Grad. Folglich, wenn man ein Weingeistthermometer nach den Graden der wirklichen abtheilen will, so müssen die ersten 3, 7 Grad über dem Eispunkt

in fünf Grade getheilt werden, da man an dem Quecksilberthermometer schon 4, 7 Grade in fünf Theile theilen darf. Unter dem Eispunkt müßten die Theile des Weingeistthermometers noch kleiner werden. Indessen wem diese Abtheilung beliebt, der kann sie erwählen.

Das achte Kapitel.

Von der Empfindlichkeit der Thermometer.

§. 171.

Man redet viel von der Empfindlichkeit der Thermometer. — Ja man nennt gemeiniglich dieß immer einen der Hauptvorzüge eines Thermometers: Es sei sehr empfindlich. Indessen geschieht es sehr oft, daß man mit dem Wort Empfindlichkeit einen unrichtigen Begriff verbindet. Man verwechselt nämlich Ausdehnung und wahre Empfindlichkeit mit einander. Die Empfindlichkeit eines Thermometers besteht darin, daß es die Wärme bald annimmt und bald verliert. Soll dieses geschehen, so muß die Kugel eines Thermometers klein seyn. Dadurch aber werden, wenn anders die Röhren nicht sehr eng sind, die Grade klein. Es kann also ein Thermometer, welches auch kleine Grade hat, empfindlicher seyn, als ein anderes, welches größere Grade macht. Weil aber große Grade merklicher in die Augen fallen, so hält man bisweilen ein Thermometer mit großen Graden für empfindlicher, als ein anderes mit

kleinen Graden, ob es gleich wegen seiner großen Kugel weniger empfindlich seyn muß. Man verwechselt folglich in diesem Fall die Ausdehnung, welche die Vergrößerung des Volumens eines Flüssigen, bei dessen erfolgter Erwärmung betrifft, mit der Empfindlichkeit.

§. 172. Ich wurde durch mehrere Beweggründe aufgemuntert, genaue Untersuchungen über die Empfindlichkeit der Weingeist- und Quecksilberthermometer anzustellen. Man hält gemeiniglich die Quecksilberthermometer für empfindlicher, als die Weingeistthermometer. Indessen weiß ich nicht, ob das Verhältniß der Empfindlichkeit des einen zu dem andern, von einem Naturforscher, durch hinlängliche Versuche bestimmt worden sei. Hr. de Luc sagt zwar §. 418 *b.* seiner Untersuchung rc. das Quecksilber sei sechsmal empfindlicher als der Weingeist; allein meine Versuche nöthigen mich, bei aller Hochachtung, die ich für den Hrn. de Luc habe, ihm in diesem Punkt zu widersprechen.

Ein anderer Beweggrund, die Empfindlichkeit der Thermometer zu untersuchen, war folgender. Ich wollte das Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer vergleichen. Wäre nun das Quecksilber empfindlicher, als der Weingeist, so müßte die Kugel des Weingeistthermometers kleiner werden, damit es die nämliche Empfindlichkeit des Quecksilberthermometers bekäme, und folglich in seinem Gang nicht zurückbliebe, sondern dem Quecksilberthermometer nachkäme. Um aber der Kugel des Weingeistthermometers diese verhältnißmäßig kleinere Kugel geben zu können, mußte ich das Verhältniß der Empfindlichkeit sehr genau wissen, in welchem das Quecksilber gegen den Wein-

geist steht. Dieß veranlaßte hauptsächlich meine folgenden Versuche.

Endlich vermuthete ich überhaupt, es möchte ein Betrug der Augen zum Grunde liegen, wenn man dem Quecksilber größere Empfindlichkeit beilegt, als dem Weingeist. Ich fand am Ende, daß ich mich nicht betrogen hatte; aber ich wurde erst durch eine lange Reihe von Versuchen in dieser meiner Meinung bestätigt. Meine Versuche werde ich so kurz als möglich beschreiben, und doch wird diese Abhandlung, um nichts Nöthiges wegzulassen, weitläufiger werden, als mir lieb ist.

§. 173. Die Empfindlichkeit der Thermometer muß dadurch untersucht werden, daß man sie erkältet in eine Wärme und wiederum zu einer andern Zeit erwärmt in eine Kälte bringt, dabei aber die Zeit, in welcher das Thermometer seine Hitze verliert oder annimmt, nach Minuten und Sekunden beobachtet. Weil viele dieser Versuche im Wasser gemacht werden, im Wasser aber sich alle Körper geschwind erwärmen und erkälten; so wird man leicht einsehen, daß es eine delikate und mißliche Sache sei, die Zeit zu bestimmen, welche ein Thermometer braucht, um im Wasser die völlige Wärme oder Kälte desselben anzunehmen. Ich habe allemal meine Versuche vier bis fünfmal wiederholt, habe aber nie ganz vollkommen *) einerlei Resultate bekommen; daher ich

*) Es gilt auch von diesen Versuchen, was der Hr. von Reaumur im 8ten Theil der physikalischen Abhandlungen der königlichen pariser Akademie Seite 656 der deutschen Uebersetzung sagt: „Alles, was physisch gemessen wird, kann nur physisch genau seyn, d. i. beinahe gemessen werden. Dieses Beinahe ist aber gemeiniglich zureichend.

aus meinen Beobachtungen das Mittel nehmen mußte. Es vereinigen sich mehrere Umstände, welche diese Beobachtungen leicht fehlerhaft machen.

1) Muß man die Zeit, die das Thermometer braucht, um von einem gewissen Grad der Wärme zum andern zu kommen, öfters nach Sekunden beobachten. Es kann aber dabei leicht um 10 bis 20 Sekunden gefehlt werden, denn:

2) Wenn das Thermometer fast zum Gleichgewicht kommt, so geht es am langsamsten, und es ist beinahe unmöglich, den Augenblick zu bestimmen, in welchem das Thermometer stehen bleibt, oder auf das Gleichgewicht gekommen ist. Man bleibt ungewiß, ob das Thermometer noch um einen Punkt fortzurücken habe, oder ob es schon den letzten Schritt gethan. Über dieser Ungewißheit verstreichen 20 bis 30 Sekunden, besonders bei Thermometern, die nicht sehr empfindlich sind.

3) Verliert öfters, unter dem Beobachten, das Wasser etwas von seiner Kälte oder Wärme. Auch dieses ist Ursache, daß, wenn man gleich ein Probthermometer im Wasser stehen hat, man doch nicht genau wissen kann, ob das Thermometer, dessen Empfindlichkeit man erfahren will, auf dem Gleichgewicht stehe oder nicht.

4) Die Weingeistthermometer lassen, wenn sie schnell von einer großen Höhe herabfallen, viel von ihrem Saft an den Röhren hängen. Daher kommt es, daß man manchmal glaubt, das Thermometer stehe wirklich auf dem Gleichgewicht (es steht nämlich wirklich auf dem Faden, auf welchem es sich sonst bei der nämlichen Temperatur des Wassers befand, und es hat doch noch $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$

Grad zu fallen: weil es durch das schleunige Herabgehen etwas von seiner Säule verloren hatte.

5) Kommt alles darauf an, daß das Thermometer und das Wasser, darin es sich befindet, in ununterbrochener Bewegung erhalten werde, weil ein erkältetes Thermometer eine kalte und ein erwärmtes Thermometer eine warme Atmosphäre um sich hat. Diese würde verhindern, daß ein Thermometer nicht in derjenigen Geschwindigkeit die Kälte oder Wärme des Wassers annimmt, in welcher es sie, bei beständiger Bewegung des Wassers, anzunehmen fähig gewesen wäre.

Wird nun in einem oder dem andern dieser Punkte gefehlt, so entsteht eine Unrichtigkeit und Verschiedenheit in der Beobachtung.

§. 174. Ich gehe jetzt zu meinen angestellten Versuchen fort. Ehe ich sie aber beschreibe, muß ich von meinen hiezu gebrauchten Thermometern Nachricht geben und meine Leser bitten, sich besonders die Größe ihrer Kugeln bekannt zu machen. Denn auf diese gründet sich das Wesentliche meiner Versuche. Ich müßte aber noch weitläufiger werden, wenn ich bei jedem Versuch die Größe der Kugel des zu dem Versuch gebrauchten Thermometers aufs neue beschreiben wollte.

Zu allen meinen Versuchen nahm ich nur ein einziges Quecksilberthermometer; weil ich das Quecksilberthermometer zum Grunde legte. Die Kugel dieses Thermometers hatte im Durchmesser 0, 82 pariser Zoll und hielt 780 Gran Quecksilber.

Mein Salmiakgeistthermometer hatte sehr genau eine eben so große Kugel.

Meine Weingeistthermometer waren folgende. Ich hatte anfangs einige andere. Aber meine Versuche führten mich nach und nach selbst darauf, nachfolgende zu erwählen.

Nr. 1. Hatte eine nur um etwas ganz weniges größere Kugel, als das Quecksilberthermometer. Sie faßte 840 Gran.

Nr. 2. Der Durchmesser der Kugel war 0, 63 pariser Zoll. Es gingen 546 Gran Quecksilber hinein.

Nr. 3. Der Durchmesser der Kugel betrug 0, 43 pariser Zoll. Der körperliche Inhalt desselben aber wird, in Vergleichung mit einer andern abgewogenen Kugel, 218 Gran Quecksilber gleich kommen.

An allen diesen Thermometern war der Eis- und Siedpunkt bezeichnet. Ich hatte anfangs auch an ihnen die Grade von fünf zu fünf mit Fäden bemerkt. Allein ich mußte sie wieder abnehmen und einen Läufer von einem aufgeschnittenen Federkiel, der wegen seiner Elasticität an der Röhre des Thermometers fest hielt und sich doch leicht verrücken ließ, dafür anbringen. Mit diesem Läufer rückte ich, wenn das Thermometer stieg, so lange nach, bis es stehen blieb. Beim Fallen der Thermometer ist dieser Läufer nicht nöthig; denn das Thermometer wird im Eiswasser, oder dem sogenannten Wasser im Eis, zum Fallen gebracht, und dessen Temperatur, die sich gleich bleibt, ist durch den Eispunkt auf dem Thermometer schon bezeichnet.

Dieses vorausgesetzt, komme ich jetzt auf meine Versuche selbst.

Erster Versuch.

§. 175. Ich brachte mein Quecksilber-, Salmiakgeist- und Weingeistthermometer Nr. 1 in ein heißes Wasser, dessen Wärme + 75 reaumurische Grade betrug; und ließ diese Thermometer so lange darin, bis sie nicht mehr stiegen. Man wird in der Folge sehen, daß dieses schon in etlichen Minuten geschieht. Dann nahm ich die drei Thermometer mit einander aus dem heißen Wasser und brachte sie augenblicklich in das Wasser im Eis, nach Hrn. dü Crests Ausdruck, welches ich in der Folge Eiswasser nennen will. In diesem Wasser hatte ich schon ein Probthermometer, um an diesem zu bemerken, wie viel Wärme ich durch meine drei erwärmte Thermometer in das kalte Wasser bringen würde. Diese Erwärmung betrug nach meiner Erfahrung $\frac{1}{8}$ Grad.

§. 176. Das Quecksilberthermometer kam in zwei Minuten auf das Gleichgewicht, nämlich $\frac{1}{8}$ Grad über den Eispunkt.

Das Weingeistthermometer kam an den nämlichen Punkt in vier Minuten, und das Salmiakgeistthermometer in eben der Zeit.

Wegen der Übereinstimmung des Salmiakgeistthermometers mit dem Weingeistthermometer ließ ich in der Folge das Salmiakgeistthermometer hinweg.

§. 177. Ich hatte nun gefunden, daß das Quecksilberthermometer weit empfindlicher sei, als das Weingeistthermometer; und ich war schon im Begriff, ihm die größte Empfindlichkeit zuzuschreiben, als mir noch zur rechten Zeit ein Zweifel einfiel. Ich erinnerte mich nämlich,

daß eben dieses Quecksilberthermometer, welches in Zeit von zwei Minuten von 75 Graden bis auf den Eispunkt herabgefallen war, zu andern Zeiten, wenn ich es aus dem siedenden Wasser nahm und in freier Luft aufhing, sehr lange Zeit brauchte, bis es die Temperatur derselben annahm. Ingleichen, daß, wenn ich seine Kugel in die Hand nahm, es sehr schnell stieg, aber nur ganz langsam wieder fiel, wenn ich es, nach seiner Erwärmung, in der freien Luft aufhing. Dieß bewog mich, obigen Versuch nochmal vorzunehmen, dießmal aber die Thermometer in freier Luft erkalten und auf das Gleichgewicht kommen zu lassen.

Zweiter Versuch.

§. 178. Ich setzte das Quecksilber- und Weingeistthermometer Nr. 1 wieder in das nämliche heiße Wasser; und nachdem beide Thermometer nicht mehr stiegen, nahm ich sie heraus und hing sie neben einander mitten an die Decke eines verschlossenen Zimmers ohne Brett auf. Die Thermometer, die an den Wänden dieses Zimmers ohne Brett hingen, stunden genau auf dem Eispunkt. Dasjenige Thermometer aber, welches ich ebenfalls ohne Brett in die Mitte meines Zimmers aufgehängt hatte, stund + 1, 3 Grad über dem Eispunkt. Ich hatte deßwegen schon vor dem Anfang des Versuchs, auf meinem Quecksilber- und Weingeistthermometer Nr. 1, diese Temperatur + 1, 3 Grad bezeichnet. Diese beiden Thermometer aber waren vom Eis- bis Siedpunkt auf besondern Brettern in 80 gleiche Grade getheilt. Ich hielt mich im Zimmer so wenig auf als möglich war, um es nicht

durch meine Leibeswärme zu erwärmen; und den jedesmaligen Stand der Thermometer trug ich, durch Hülfe eines Zirkels, auf das Bret. Dadurch fand ich für jedes Thermometer folgendes Fallen.

Tabelle.

Zeit des Fallens in Minuten.	Quecksilberthermometer.	Weingeistthermometer.	
0	+ 75, Grad	+ 73, 80	
In 10 Min.	+ 12, 50	+ 17, 50	
20 —	+ 5, 00	+ 7, 40	
30 —	+ 2, 60	+ 3, 60	
40 —	+ 2, 10	+ 2, 50	
50 —	+ 1, 70	+ 1, 80	
60 —	+ 1, 60	+ 1, 50	
80 —	+ 1, 40	+ 1, 32	
90 —	+ 1, 35	+ 1, 30	Gleichgewicht.
100 —	+ 1, 32		
120 —	+ 1, 30	— — —	Gleichgewicht.

§. 179. Man sieht aus diesem Versuch, daß beide Thermometer anfangs am schnellesten fielen; dann aber immer langsamer, je näher sie dem Gleichgewicht kamen. Eben dieses geschieht auch im Wasser; allein in einer solchen Geschwindigkeit, daß man einzelne Räume des Fallens nicht, durch Minuten oder Sekunden, zu

zu bestimmen im Stande ist. Ferner erhellt aus diesem Versuch, daß der Weingeist anfangs zwar gegen das Quecksilber zurückbleibt, in der 60sten Minute aber ihm schon zuvor, und mit der 90sten Minute auf das Gleichgewicht gekommen; da das Quecksilber erst 30 Minuten nachher diesen Punkt erreicht hat. Folglich ist ein Weingeistthermometer, wenn es in freier Luft erkaltet, wozu eigentlich die Thermometer bestimmt sind, und vorausgesetzt, daß, wie bei diesem zweiten Versuch, seine Kugel nicht größer ist, als die Kugel eines Quecksilberthermometers, wenigstens eben so empfindlich, wo nicht noch empfindlicher, als ein Quecksilberthermometer. Ich habe hierin auch eine zehnjährige tägliche Erfahrung. Zu meinen täglichen Beobachtungen der Wärme und Kälte, habe ich auf ein Brett zwei Thermometer, das eine von Weingeist, das andere von Quecksilber gemacht. Beide haben gleich große Kugeln und der Durchmesser einer jeden beträgt 0, 40 pariser Zoll. Das Weingeistthermometer hat mit dem Quecksilberthermometer harmonirende Grade. Diese beiden Thermometer trafen beständig so zusammen, daß sie selten $\frac{1}{4}$ Grad von einander abwichen. Letzteres geschiebt auch nur bei seltenen Fällen, z. B. bei schneller Veränderung der Kälte und Wärme, oder auch, wenn das zunächst an dem Fenster stehende Thermometer (denn diese zwei Thermometer stehen ungefähr zwei Zoll von einander ab) die Kälte oder Wärme des Zimmers stärker empfindet, als das etwas weiter davon entfernte.

Dritter Versuch.

§. 180. Ich hatte die Empfindlichkeit der Weingeist- und Quecksilberthermometer, wenn beide in freier Luft

stehen und die Wärme abnimmt, nach meinem zweiten Versuch, einerlei befunden; ich mußte mich aber noch durch einen besondern Versuch überzeugen, ob das nämliche auch bei zunehmender Wärme geschehe.

Ich nahm hierzu wieder das gewöhnliche Quecksilberthermometer Nr. 1. Beide hing ich, nebst einem Probthermometer, ohne Brett, an der Decke eines wohl ausgewärmten Zimmers auf. Nachdem sie nicht mehr stiegen, welches nach einer Stunde geschah, bezeichnete ich ihren höchsten Stand mit einem seidenen Faden. Das Probthermometer ließ ich zurück; hingegen mein Quecksilber- und Weingeistthermometer Nr. 1 brachte ich in schmelzenden Schnee; wodurch beide Thermometer auf den Eispunkt herabgingen. Weil ich aber wußte, daß die Thermometer, wenn sie naß sind, ihre Kälte lange behalten, so trocknete ich sie ab und ließ sie in freier Luft nochmal auf den Eispunkt herabfallen. Dann brachte ich beide Thermometer in das warme Zimmer, welches, so lange mein Versuch dauerte, beinahe immer einerlei Wärme behielt, und hing sie wieder ohne Brett zu dem Probthermometer hin. Dießmal aber hatte ich dem Weingeistthermometer Grade gegeben, die mit dem reaumurischen Quecksilberthermometer harmonirten.

Tabelle.

In Minuten stieg —	das Quecksilberthermometer.	das mit dem Quecksilberthermometer harmonirende Weingeistthermometer.
10	15, 7	13, 7
20	19, 5	18, 5
30	20, 1	19, 8
40	20, 4	20, 4
50	20, 5	20, 8

Beide Thermometer waren noch nicht gar auf das Gleichgewicht gekommen. Denn das Probthermometer hielt auf dem 21sten reaumurischen Grad. Ich konnte aber meine Versuche nicht weiter fortsetzen, weil ich mich auf die vollkommene Beständigkeit meines Zimmers nicht verlassen konnte. Indessen hatte ich gefunden, was ich suchte. Obgleich das Quecksilberthermometer in den ersten 30 Minuten dem Weingeistthermometer vorging, so hatte doch das leztere das erstere bei der 40sten Minute eingeholt und in der 50sten Minute schon hinter sich gelassen. Dem Weingeistthermometer fehlten nur noch 0, 2 Grad, dem Quecksilberthermometer hingegen noch 0, 5 Grad zum Gleichgewicht.

§. 181. Diese zwei Versuche beweisen zur Genüge, daß der Weingeist, sowohl bei abnehmender als auch bei

zunehmender Wärme, eben so bald und wohl noch eher, zu dem Gleichgewicht der äußern Luft komme, als das Quecksilber, wenn beide in freier Luft und nicht im Wasser stehen; daß folglich zu den gewöhnlichen Beobachtungen der Wärme und Kälte, die Weingeistthermometer, in Ansehung der Empfindlichkeit, eben so geschickt seien, als die Quecksilberthermometer, vorausgesetzt, daß ihre Kugeln eben so klein gemacht werden, als die Kugel eines Quecksilberthermometers ist. Dieses hätte ich, ohne Versuche hierüber angestellt zu haben, nie geglaubt.

§. 182. Hr. dü Crest, der den Weingeist, im Gebrauch zu Thermometern, in seinen Schutz genommen, hat zwar Seite 42 seiner kleinen Schriften über das Thermometer wider die Empfindlichkeit des Quecksilbers schon Einwendungen gemacht; sein angeführter Grund aber ist nicht befriedigend. „Man sagt noch, schreibt er, das Quecksilber sei empfindlicher, als der Weingeist. Allein dieser Einwurf ist von keiner Wichtigkeit. Denn wenn man von diesem Vorzug des einen vor dem andern urtheilen will, so muß man auf nichts, als auf die Röhre sehen, weil diese eigentlich anzeigt. Nun braucht aber, bei einer gleichen innern Weite der Röhre, ein Thermometer von Weingeist nur eine Kugel, welche achtmal kleiner ist, als an dem Thermometer von Merkur, und folglich wird das Weingeistthermometer, wenigstens eben so geschwind, zu seinem Punkt des Gleichgewichts kommen, als das von Merkur.“

Hr. dü Crest hat ganz Recht, daß, wenn man eine achtmal größere Kugel machen und sie mit Quecksilber füllen wollte, sie nicht empfindlicher seyn würde, als die

mit Weingeist angefüllte achtmal kleinere. Allein welchem Thermometermacher ist es je eingefallen, zu Quecksilberthermometern eben so weite Röhren zu nehmen, als zu Weingeistthermometern? Zu Quecksilberrthermometern kann man Haarröhren gebrauchen, da hingegen die Weingeistthermometer weite Röhren erfordern, nicht nur, wenn sie das siedende Wasser aushalten sollen, indem die Weingeistthermometer mit engen Röhren außerordentlich schwer dahin zu bringen sind, daß sie das siedende Wasser vertragen; sondern auch diejenigen Thermometer von Weingeist, die nur etliche Grade über und unter dem Eispunkt zeigen sollen, dürfen keine Haarröhre haben, indem ein schwach gefärbter Weingeist darin nicht sichtbar werden, ein stark gefärbter aber sich zu sehr an die Röhren anlegen und sie beschmutzen würde. Daher sind die Kugeln der Quecksilberthermometer immer kleiner, als die Kugeln der Weingeistthermometer; und deßwegen hat der angeführte Grund des Hrn. dü Crest keinen Werth.

§. 183. Ich glaube durch meinen zweiten und dritten Versuch entschieden zu haben, daß die Weingeistthermometer, in Ansehung der Empfindlichkeit, den Quecksilberthermometern — an die Seite gesetzt werden können, wenn beide in freier Luft gebraucht werden. Indessen könnte man doch noch einen Einwurf machen. Man sieht aus meinem zweiten und dritten Versuch, daß das Quecksilber wenigstens im Anfang stärker falle und steige, als der Weingeist. Daher könnte man denken, bei schneller Veränderung der Temperatur, die im Sommer bei Donner- und Hagelwetter, ingleichen bei schneller Windesveränderung, öfters geschieht, zeige das Quecksilber-

thermometer die vorgegangene Veränderung geschwinder an, als der Weingeist. Hierauf aber antworte ich:

1) Das Quecksilber thut zwar, bei schneller Veränderung der Wärme und Kälte, die ersten Schritte, die es zu thun hat, um dem Gleichgewicht der äußern Luft gleich zu kommen, schneller, als der Weingeist. Hingegen die letzten Schritte zum Gleichgewicht thut der Weingeist geschwinder, als das Quecksilber. Was hilfts also, wenn gleich das Quecksilber die ersten Schritte zum Gleichgewichte etwas geschwinder thut, da dadurch doch nie das wahre Gleichgewicht der äußern Temperatur angezeigt wird, und der Weingeist gewiß eben so geschwind zum wahren Gleichgewicht kommt, als das Quecksilber, wenn gleich seine ersten Schritte etwas langsamer waren, als die ersten Schritte des Quecksilbers.

2) Schnelle Veränderungen der Temperatur geschehen nicht oft. Gemeiniglich nimmt die Wärme allmählig ab und zu. Aber bei geringen Veränderungen der Wärme und Kälte, bei welchen der neue Grad der Wärme und Kälte nicht weit von dem vorigen Grad der Wärme und Kälte des Thermometers entfernt ist, ist, nach meinem zweiten und dritten Versuch, das Weingeistthermometer empfindlicher, als das vom Quecksilber. Denn ersteres eilte mehr, als das letztere, wenn beide nahe an dem Gleichgewicht waren. Deßwegen könnte man sich, sonderlich bei geringen Veränderungen der Wärme und Kälte, von dem Weingeistthermometer mehr Pünktlichkeit versprechen, als vom Quecksilberthermometer, wenn man den Weingeistthermometern so gar kleine Kugeln geben könnte, als den Quecksilberthermometern. Man kann zwar den

Durchmesser einer Kugel vom Weingeistthermometer noch vier Linien klein machen. Aber den Quecksilberthermometern kann man gar eine Kugel geben, die nur zwei Linien dick ist.

§. 184. Ich hatte bei meinen angeführten Versuchen keineswegs zur Hauptabsicht, das Weingeistthermometer von dem gewöhnlichen Vorwurf: Es sei gar zu träg, zu retten. Mein Vorsatz ging sonderlich dahin, durch Versuche zu finden, ob und um wie viel das Quecksilber empfindlicher sei, als der Weingeist, und wie klein deßwegen die Kugel eines Weingeistthermometers seyn müsse, die in einem heißen Wasser sich eben so geschwind erkältet, als eine andere größere, mit Quecksilber angefüllte Kugel. Ich mußte also zu meinem ersten Versuch wieder zurückgehen. Nach diesem fand ich, daß im Wasser das Quecksilber in halb so kurzer Zeit seine Hitze verliere, als der Weingeist. Denn das Quecksilber brauchte zwei Minuten und der Weingeist vier Minuten, um von einerlei Höhe auf das Gleichgewicht herabzufallen. Will man nun ein Weingeistthermometer mit einem Quecksilberthermometer in einem Wasser vergleichen, dessen Wärme nach und nach abnimmt; und will man verhüten, daß das Weingeistthermometer in seinem Gang nicht zurückbleibe, sondern zugleich mit dem Quecksilberthermometer herabgehe; so muß die Kugel des Weingeistthermometers um so viel kleiner seyn, um wie viel das Quecksilberthermometer mehr empfindlich ist, als das Weingeistthermometer. Deßwegen muß die Kugel des Quecksilberthermometers zur Kugel des Weingeistthermometers im umgekehrten Verhältniß

der Empfindlichkeit des Quecksilbers zum Weingeist stehen, und sich verhalten, wie zwei zu eins.

§. 185. Nur fragt sich, ob man bei diesem Verhältniß den körperlichen Inhalt der Kugel, oder ihren Durchmesser annehmen soll. Ich wurde anfänglich durch den Hrn. de Luc verleitet (siehe §. 418 *b.*), den körperlichen Inhalt der Kugel dazu anzunehmen. Allein mein auf dieses Verhältniß gebauter Versuch schlug mir fehl. Mein Quecksilberthermometer hielt 780 Gran; ich nahm daher ein Weingeistthermometer, dessen Kugel 390 Gran faßte, um das Verhältniß, zwei zu eins, zu bekommen. Aber dieses Weingeistthermometer hatte noch nicht die Empfindlichkeit des Quecksilberthermometers. Ich sahe bald ein, daß ich bei meinem Verhältniß, anstatt des körperlichen Inhalts der Kugel, ihren Durchmesser nehmen müsse. Der Grund hievon ist leicht einzusehen. Wenn eine Kugel in halber Zeit durchwärmen, oder durch und durch erkalten soll, so darf sie nur halb so dick seyn, als die gegebene. Folglich erstreckt sich dieses Verhältniß, zwei zu eins, auf die Durchmesser der Kugeln.

Vierter Versuch.

§. 186. Mein Quecksilberthermometer hatte zum Durchmesser der Kugel 0, 82 pariser Zoll. Das umgekehrte Verhältniß der Empfindlichkeit des Quecksilberthermometers zum Weingeistthermometer ist zwei zu eins. Folglich muß die Kugel eines Weingeistthermometers, welches gleiche Empfindlichkeit mit dem Quecksilberthermometer haben soll, im folgenden Verhältniß stehen:

$$2 : 1 = 82 : 41.$$

Mein Weingeistthermometer Nr. 3 hatte zum Durchmesser der Kugel 0, 43 pariser Zoll, folglich nur 0, 02 mehr, als die Rechnung angab. Dieses stellte ich in + 75 Grad heißes Wasser so lange, bis es nicht mehr stieg. Dann brachte ich es ins Eiswasser, und in zwei Minuten fiel es auf das Gleichgewicht, nämlich auf den Eispunkt herab. Dieses Thermometer ist also im Wasser genau eben so empfindlich, als mein Quecksilberthermometer.

§. 187. Ich glaubte jetzt zum Ende meiner Untersuchung über die Empfindlichkeit des Weingeists und Quecksilbers gekommen zu seyn, indem ich aus meinen obigen vier Versuchen schloß: in der freien Luft sei der Weingeist eben so empfindlich, als das Quecksilber; hingegen im Wasser sei das Quecksilber noch so empfindlich, als der Weingeist. Zwar urtheilte ich im ersten Fall vollkommen richtig und im zweiten nicht ganz unrecht. Denn das Quecksilber ist im Wasser wirklich noch so empfindlich, als der Weingeist; aber nur alsdann, wann die Wärme sehr schnell abnimmt. Allein dieses bedachte ich nicht, daß die Sache anders seyn könne, wenn beide Materien bereits erwärmt sind und ihre Wärme in einem Wasser verlieren, dessen Wärme nicht augenblicklich, sondern nur nach und nach abnimmt. Ich wurde sogar durch einige meiner Versuche, die ich noch ferner über die Empfindlichkeit des Quecksilbers und Weingeists angestellt, noch mehr irre geführt. Weil sie indessen nicht ganz unnützlich sind, so will ich sie zuvor noch anführen, ehe ich auf denjenigen Versuch komme, der mich überzeugte, der Weingeist sei auch im Wasser eben so empfindlich, als das

Quecksilber, wenn die Wärme nur nicht augenblicklich, sondern nach und nach abnimmt.

Fünfter Versuch.

§. 188. Der Hr. dü Crest hatte das Weingeist- und Quecksilberthermometer, in einem heißen Wasser, von 10 zu 10 Graden, verglichen. Er hatte aber im Wasser die Hitze bis zum Kochen nach und nach zunehmen lassen. Weil ich nun die irrige Meinung hatte, die Thermometer behielten einerlei Verhältniß der Empfindlichkeit gegen einander, die Hitze möge schnell oder nach und nach ab- und zunehmen, so wollte ich nach der Art, wie ich im ersten und vierten Versuch gethan habe, untersuchen: ob die Thermometer von Weingeist und Quecksilber, auch bei zunehmender Wärme, eben das Verhältniß der Empfindlichkeit behalten, welches sie bei abnehmender Wärme haben. Ich hatte Ursache, hieran zu zweifeln, weil Hr. de Luc §. 972 seiner Untersuchung etc. die Hypothese vertheidigt, die flüssigen Materien seien fäger, die Wärme zu verlieren, als anzunehmen. Mir war es ein Leichtes, dieses zu entscheiden. Ich wußte die Zeit, in welcher meine Thermometer eine Hitze von 60 bis 70 Graden verlieren. Folglich durfte ich nur untersuchen, in welchem Zeitraum sie diesen nämlichen Grad der Wärme annehmen.

§. 189. Zu dem Ende setzte ich mein Quecksilberthermometer, welches auf dem Eispunkt stund, in ein 60 Grad heißes Wasser, rückte mit dem Läufer so lange nach, bis die Quecksilbersäule stehen blieb; und in 50 Sekunden hatte das Thermometer das Gleichgewicht von der Wärme des Wassers erreicht.

Dann brachte ich auch meine drei Weingeistthermometer, §. 174, nachdem ich zuvor alle auf den Eispunkt gesetzt hatte, eines nach dem andern, in das nämliche erwärmte Wasser; und rückte bei jedem mit dem Läufer so lange nach, bis der Saft stehen blieb:

Nr. 1 kam in 2 Minuten, 20 Sekunden
Nr. 2 — 1 — 50 —
Nr. 3 — 1 — 10 —

auf das Gleichgewicht, nämlich auf + 60 Grad.

§. 190 Bei abnehmender Wärme kam, nach dem ersten und vierten Versuch:

Nr. 1 in 4 Minuten,
Nr. 3 in 2 Minuten und
Nr. 2 in 2 Minuten, 40 Sekunden,

nach dem folgenden sechsten Versuch, auf das Gleichgewicht.

Folglich kamen zwar, bei zunehmender Wärme, die Thermometer beinahe in der Hälfte der Zeit auf das Gleichgewicht, in welcher sie, bei abnehmender Wärme, dahin gelangten. Allein das Verhältniß der Empfindlichkeit zwischen dem Weingeist- und Quecksilberthermometer wurde bei zunehmender Wärme größer, als es bei abnehmender Wärme war. Denn bei abnehmender Wärme war das Verhältniß der Empfindlichkeit zwischen dem Quecksilber- und Weingeistthermometer, nach §. 184, wie eins zu zwei, und bei zunehmender Wärme ist es, wie 5 zu 14. Denn in zunehmender Wärme kam das Quecksilberthermometer in 50 Sekunden, und das Weingeistthermometer Nr. 1, welches mit dem Quecksilberthermometer eine gleich große Kugel hatte, in 2 Minuten, 20 Sekunden, oder 140 Sekunden, auf das Gleichgewicht.

Ich muß aber auch hierbei bemerken, daß dieses Verhältniß nur alsdann gilt, wenn die Hitze auf einmal, nicht aber, wenn sie nach und nach zunimmt.

Sechster Versuch.

§. 191. Weil Hr. de Luc, bei seiner Vergleichung der Weingeist- und Quecksilberthermometer, die Kugel der Weingeistthermometer kleiner machte, als die Kugel des Quecksilberthermometers; und nicht, wie Hr. dü Crest, die Wärme des Wassers, darin er beobachtete, zu-, sondern abnehmen ließ; so wollte ich das Verhältniß der Empfindlichkeit auch dieser zwei Thermometer untersuchen. Die Kugel des Quecksilberthermometers des Hrn. de Luc hatte zum Durchmesser 10 Linien, und die vom Weingeistthermometer 8 Linien. Siehe dessen Untersuchung rc. §. 418 *b*. Er glaubte, dieß sein Quecksilberthermometer sei noch so empfindlich, als seine Weingeistthermometer.

Mein Quecksilberthermometer und mein Weingeistthermometer Nr. 2 waren in der Größe der Kugeln genau, wie die de Lucschen. Aus Vergleichung des ersten und vierten Versuchs sollte das Weingeistthermometer Nr. 2, in 3 Minuten, von + 75 Graden auf den Eispunkt herabfallen; weil das Thermometer Nr. 1 in 4, und das Thermometer Nr. 3 in 2 Minuten von bemeldeter Höhe auf den Eispunkt fiel; das Thermometer Nr. 2 aber das Mittel zwischen dem Thermometer Nr. 1 und Nr. 3 ist.

Bei vorgenommenem Versuch fiel das Thermometer Nr. 2, in 2 Minuten, 40 Sekunden, im Eiswasser auf das Gleichgewicht. Die Rechnung gibt also 20 Sekunden

mehr an, als die Erfahrung. Man wird sich aber über diesen kleinen Unterschied nicht wundern, wenn man die, §. 173, angeführten Schwierigkeiten bedenket.

§. 192. Aus diesem Versuch ergibt sich, daß die Empfindlichkeit des von Hrn. de Luc gebrauchten Quecksilberthermometers zu seinem Weingeistthermometer nicht so groß sei, als Hr. de Luc glaubte. Sie ist nicht wie 1 zu 2, sondern wie 3 zu 4. Denn das Quecksilberthermometer kommt, nach meinem ersten Versuch, in 2 Minuten, oder 120 Sekunden, und das Weingeistthermometer Nr. 2 in 2 Minuten, 40 Sekunden, oder in 160 Sekunden von dem + 75 Grad auf 0. Nun ist aber 120 zu 160, gleich 3 zu 4.

§. 193. Mein 1ster, 4ter, 5ter und 6ter Versuch war mit dem Weingeist- und Quecksilberthermometer, bei sehr schnell ab- und zunehmender Wärme, gemacht. Aber, dachte ich, soll wohl das nämliche gefundene Verhältniß der Empfindlichkeit beider Thermometer bleiben, wenn das Quecksilber- und Weingeistthermometer nicht augenblicklich, sondern nach und nach, z. B. in einem Wasser, welches nach und nach erkaltet, seine Wärme verliert? Ich erinnerte mich, was nach meinem 2ten und dritten Versuch mit beiden Thermometern geschieht, wenn sie nach und nach in freier Luft ihre Wärme verlieren. Ich überdachte auch jenen Umstand, daß sowohl das Weingeist-, als auch das Quecksilberthermometer, wenn sie im erkälteten Wasser von einer gewissen Höhe herabfallen, die ersten 50 bis 60 Grade, in einer außerordentlich kurzen Zeit, herabfallen lassen. Es kommt daher nicht darauf an, ob das Wasser um 10, 20, auch wohl

mehr Grade, mehr oder weniger erhitzt ist. Ich habe meine Thermometer öfters von dem 50sten und 30sten Grad herabfallen lassen; sie kamen aber nicht geschwinder auf das Gleichgewicht, als wenn sie von dem 75sten Grad herabgefallen wären.

Dieser Umstand bestärkte mich in meiner Meinung, das Weingeistthermometer könne auch im Wasser, so wohl als in der Luft, einerlei Empfindlichkeit mit dem Quecksilberthermometer haben, wenn nur die Wärme nicht auf einmal, sondern allmählich ab- und zunehme. Ich unternahm daher den folgenden Versuch, durch welchen ich aber beinahe von dem richtigen Weg wieder wäre abgeführt worden.

Siebenter Versuch.

§. 194. Ich setzte erstlich mein Quecksilberthermometer und das Weingeistthermometer Nr. 1, nachdem ich beide auf 5 Grade über den Eispunkt gebracht, ins Eiswasser. Das Quecksilberthermometer kam in $1\frac{1}{2}$ und das Weingeistthermometer in drei Minuten auf das Gleichgewicht. Folglich hatte ich durch diesen Versuch nichts gewonnen; denn ich bekam genau wieder eben das Verhältniß der Empfindlichkeit, welches ich in meinem ersten Versuch gefunden hatte; weil $1\frac{1}{2} : 3, = 2 : 4$.

§. 195. Deßwegen nahm ich einen andern Versuch vor; gebrauchte aber dießmal das Weingeistthermometer Nr. 2 dazu. Dieses gränzt ohnehin ganz nahe an die Empfindlichkeit meines Quecksilberthermometers, und ist noch überdieß demjenigen Weingeistthermometer des Hrn. de Luc gleich, mit dem er seine Versuche gemacht. Wenn ich nun meine zwei Thermometer nur von einer ganz

geringen Höhe, z. B. eines Grades, würde herabsinken lassen; so hoffte ich, beide sollten zu gleicher Zeit auf das Gleichgewicht kommen. Allein ich irrte.

§. 196. In meinem Zimmer war die Temperatur genau + 1 Grad des reaumurischen Thermometers. Ich ließ deßwegen meine Thermometer diesen Grad der Wärme annehmen. Darauf brachte ich das Quecksilber- und Weingeistthermometer Nr. 2 in das Eiswasser. In $1\frac{1}{2}$ Minute war das Quecksilberthermometer auf dem Gleichgewicht, und an dem Weingeistthermometer fehlte noch $\frac{1}{10}$ Grad. Um gar dahin zu kommen, war noch $\frac{1}{2}$ Minute Zeit nöthig.

§. 197. Aus diesem letzten Versuche, der alle meine vorhergehenden zu bestätigen schien, machte ich nun verschiedene Folgerungen. Ich glaubte, im Wasser sei das Quecksilber noch so empfindlich, als der Weingeist. — Um ein Weingeistthermometer so empfindlich zu machen, daß es einem Quecksilberthermometer auch im Wasser an Empfindlichkeit gleich komme, müsse die Kugel des ersten nur halb so groß seyn, als die vom letztern. — Ich schloß sogar aus meinem Versuch, §. 196: Wenn ein Wasser in weniger als $1\frac{1}{2}$ Minuten 1 Grad Wärme verliere, so könne das Quecksilberthermometer ganz sicher den wahren Grad der Wärme noch nicht anzeigen, weil es $1\frac{1}{2}$ Minuten Zeit nöthig habe, um, bei einer plötzlich abnehmenden Wärme, 1 Grad Wärme zu verlieren. Ich glaubte, bei allmählig abnehmender Wärme des Wassers, brauche das Quecksilberthermometer, zu einem Verlust von 1 Grad Wärme, wohl noch mehr als $1\frac{1}{2}$ Minuten Zeit. Deßwegen dachte ich auch, das Weingeistthermometer Nr. 2

(§. 196) könne meinem Quecksilberthermometer nicht nachkommen, wenn das Wasser, unter 2 Minuten, Einen Grad Wärme verlieren sollte. Alles dieses bestätigte mich endlich in meiner Meinung, man könne auf keine andere Weise Quecksilber- und Weingeistthermometer mit einander vergleichen, als wenn man, nach meinem vierten Versuch, die Kugel des Weingeistthermometers, im Durchmesser, nur von der halben Größe der Kugel des Quecksilbers mache. Und doch waren diese Schlüsse, durch welche ich mich lange Zeit irre führen ließ, auf Versuche gebaut, bei welchem die Wärme plötzlich abnahm, da hingegen ein Wasser seine Wärme nur nach und nach verliert.

§. 198. Einstmals stellte ich mir den Weingeist, der in eine Glaskugel eingeschlossen ist, mit dem Wasser des Gefäßes, in welchem man die Thermometer mit einander vergleicht, als Ein Wesen vor, und sahe das Glas, welches den Weingeist einschließt, blos als eine Scheidewand an. Ich wußte, daß der Weingeist sich noch geschwinder erwärme und erkälte, als das Wasser. Was sollte nun wohl hindern, daß der Weingeist im Thermometer, er sei in größerer oder geringerer Masse, nicht eben so geschwind die Wärme annehme und verliere, als das Wasser, das ihn umgibt? Nichts anders könnte es seyn, als die Glaskugel. — Diese hat aber auch das Quecksilberthermometer. — Ein einziger Fall ist indessen möglich, wo ein Weingeistthermometer mit einer großen Kugel, gegen ein anderes mit einer kleinen Kugel, zurückbleiben könnte. Das Wasser hat nämlich, in Einem Gefäß, doch nicht aller Orten gleiche Temperatur. Auf dem Boden ist die Wärme anders, als in der Mitte, und

auf der Oberfläche ist sie wieder anders. Rührt man nun das Wasser untereinander, um ihn eine gleichförmige Temperatur zu geben, so ist es eben so viel, als ob man die Thermometer in eine augenblicklich ab- oder zunehmende Wärme brächte. Folglich ereignet sich dann der Fall, den ich bei meinen obigen Versuchen hatte; — und hierin könnte ein Thermometer mit einer großen Kugel, gegen ein anderes von kleinerer Kugel, in seinem Gang zurückbleiben. Ich glaube auch, daß dieses wirklich geschieht, wenn man das Wasser nicht, durch beständige Bewegung desselben, in einer ununterbrochenen gleichförmigen Temperatur erhält. Ob nun meine, zu Anfang dieses Paragraphs geäußerte Meinung gegründet sei, suchte ich durch folgenden Versuch zu erfahren.

Achter Versuch.

§. 199. Nach meinem 4ten Versuch war mein Quecksilberthermometer und mein Weingeistthermometer Nr. 3, auch bei plötzlich abnehmender Wärme, von einerlei Empfindlichkeit. Ich war überzeugt, daß diese zwei Thermometer immer einerlei Gang mit einander haben müssen, wenn die Vergleichung im Wasser geschieht und die Wärme auch noch so geschwind abnimmt. Mein Weingeistthermometer Nr. 1 war hingegen nur halb so empfindlich, als mein Quecksilberthermometer; nach dem 1sten Versuch. Nun brachte ich diese drei Thermometer in ein siedendes Wasser. An dem Quecksilberthermometer waren die Grade, von 5 zu 5, mit seidenen Fäden bezeichnet. An den 2 Weingeistthermometern hatte ich Läufer, §. 174, mit denen ich den Saft des Thermometers verfolgte. Ich

unterhielt das Wasser in beständiger Bewegung und ließ die Hitze desselben so schnell abnehmen, als es nur immer möglich war. Wenn die Säule des Quecksilberthermometers auf einen Faden kam, bemerkte ich schnell den Stand der beiden Weingeistthermometer; und trug ihn allezeit auf die, für jedes dieser Thermometer gehörige Skale. Beide Thermometer von Weingeist, die in Ansehung ih- Empfindlichkeit sich wie 1 zu 2 verhielten, wenn die Wärme plötzlich abnahm, fielen nun dießmal, bei allmählig abnehmender Wärme, immer zu gleicher Zeit, so genau auf einen Punkt der Skale, daß sie nie um $\frac{1}{10}$ Grad von einander unterschieden waren.

§. 200. Nun ist das Weingeistthermometer Nr. 3, auch bei plötzlich abnehmender Wärme, von einerlei Empfindlichkeit mit meinem gebrauchten Quecksilberthermometer. Ich kann mich daher darauf verlassen, daß es dem Quecksilberthermometer nachgekommen sei. Das Wein- Weingeistthermometer Nr. 1 brauchte bei plötzlich abnehmender Wärme, nach dem ersten Versuch, noch so lange Zeit, als das Quecksilberthermometer, bis es seine Wärme verlor; und doch ging es, bei allmählig abnehmender Wärme, mit dem Quecksilberthermometer harmonisch, weil es eben die Grade zeigte, welche das Thermometer Nr. 3 angab. Dadurch ist meine Vermuthung, die ich §. 198 geäußert, bestätigt; und das Weingeistthermometer ist auch im Wasser eben so empfindlich, als das Quecksilberthermometer, wenn nur beide Thermometer gleich große Kugeln haben und das Wasser seine Wärme nicht plötzlich, sondern nach und nach verliert.

Hierdurch läßt sich nunmehr der Streit über die Empfindlichkeit der Quecksilber- und Weingeistthermometer entscheiden. In freier Luft sind beide gleich empfindlich; nach dem zweiten und dritten Versuch. In einem Wasser, welches seine Wärme nach und nach verliert, sind beide ebenfalls gleich empfindlich; nach dem achten Versuch. Bei plötzlich abnehmender Wärme ist das Quecksilber noch so empfindlich, als der Weingeist; nach dem ersten Versuch. Bei plötzlich zunehmender Wärme ist, nach dem fünften Versuch, das Quecksilber dreimal so empfindlich, als der Weingeist.

Beide letztere Fälle aber kommen gar selten vor, und deßwegen kann man überhaupt sagen, die Weingeistthermometer sind eben so empfindlich, als die Quecksilberthermometer.

Wenn man ein erkältetes Thermometer bei seiner Kugel in die Hand nimmt, so ist es eben so viel, als ob man es plötzlich aus einem kalten in ein warmes Wasser Wasser brächte; und daher mag es gekommen seyn, daß man die Quecksilberthermometer für empfindlicher hielt, als die von Weingeist. Denn dieß ist der Fall, in welchem, nach dem 5ten Versuch, die Quecksilberthermometer am empfindlichsten sind.

§. 201. Ich werde, um mir den Weg auf das Folgende zu bahnen, noch einige Regeln der Vorsicht anführen, die bei Vergleichung der Weingeist- und Quecksilberthermometer, um alle mögliche Genauigkeit zu erhalten, befolgt werden müssen.

Erstlich fragt sich's: Soll man die Wärme des Wassers, darin man die Vergleichung bemeldeter Ther-

mometer anstellt, ab- oder zunehmen lassen? Man möchte vielleicht denken, es sei am besten, wenn man den Versuch zweimal, nämlich einmal bei abnehmender, das anderemal bei zunehmender Wärme des Wassers vornehmen, und aus seinen dadurch vielleicht erhaltenen zweifachen Resultaten das Mittel nehmen würde. Aber dieses möchte wohl nicht angehen. Denn 1) müßte, wenn man sich auf diese gefundene mittlere Zahl sollte verlassen können, das Wasser, darin man beobachtet, seine Hitze genau in eben dem Zeitraum verlieren, in welchem es selbige annimmt. Wer kann aber dieses in seiner Gewalt haben? 2) Müßten die Thermometer einerlei Zeit brauchen, um einen gewissen Grad der Wärme zu verlieren, als sie nöthig haben, eben denselben Grad der Wärme anzunehmen welches, nach §. 189 und 190, wenigstens bei schnell zunehmender Hitze nicht geschieht, und wahrscheinlich auch bei zunehmender Wärme eben so seyn wird.

§. 202. Da man nun auf diesem Weg nicht die verlangte Richtigkeit finden kann, so ist zu entscheiden, ob man bei zunehmender oder abnehmender Wärme des Wassers beobachten soll. Ich muß die abnehmende Wärme der zunehmenden, aus folgendem Grund, vorziehen.

Ich habe eine Erfahrung, daß das Wasser, welches in einem freien Gefäß steht, sowohl als die Thermometer, nach §. 189, die Wärme geschwinder annehme, als verliere. Läßt man nun im Wasser die Wärme abnehmen, so erhält man sie länger, als wenn man sie zunehmen läßt. Man wird zwar einwenden, dieses angeführte Naturgesetz, nach welchem sich die Erwärmung und Erkältung des Wassers richtet, gilt hier nichts; da man die

Erwärmung und Erkältung desselben in seiner Gewalt hat. Allein eben hieran wird es, denke ich, fehlen, wenn man die Wärme im Wasser will zunehmen lassen. Man kann zwar, in einem heißen Zimmer, ein kaltes Wasser, bis zum 20sten reaumurischen Grad, langsam genug erwärmen. Aber alsdann muß das Wasser, durch ein Kohlenfeuer, gar bis zum Sieden erhitzt werden; wenn man das Feuer noch so gelind vermehrt, so wird es doch in etlichen Stunden bis zum 70sten und 80sten Grad erhitzt seyn. Ganz anders ist es, wenn man die Hitze im Wasser abnehmen läßt. Ist das Wasser im Kochen und man läßt ein Kohlenfeuer, auf dem es steht, nach und nach ausgehen, so können wohl 3 Stunden zugebracht werden, bis es 30 bis 35 Grade Hitze verliert. Von dem 45sten bis 20sten Grad braucht das Wasser ohnehin mehr als drei Stunden zum Erkalten, wenn man den Versuch in einem wohl warmen Zimmer vornimmt. Bringt man dann das Gefäß in ein kälteres Zimmer, so kann es leicht noch 5 Stunden anstehen, bis es von dem 20sten bis zu dem 5ten Grad erkältet.

§. 203. Durch meinen 8ten Versuch habe ich zwar bewiesen, daß 2 Kugeln, mit Weingeist gefüllt, in ihrer Größe noch merklich genug unterschieden seyn können, um sich bei einer nach und nach abnehmenden Wärme eines Wassers, doch in einerlei Zeitraum ihrer Wärme zu entledigen. Weil ich aber, §. 198 am Ende, den Fall angeführt, daß durch eine vorgenommene Bewegung im Wasser sehr schnell eine andere Temperatur hervorkommen önne; folglich auch in einem, seine Wärme nach und nach verlierenden Wasser, bisweilen eine plötzlich abneh-

mende Wärme entstehe; so ist die zweite Vorsichtsregel, bei Vergleichung des Quecksilber- und Weingeistthermometers, diese: Man mache den Durchmesser von der Kugel des Weingeistthermometers nur halb so groß, als die Kugel des Quecksilberthermometers ist, damit man versichert sei, das Weingeistthermometer komme dem Quecksilberthermometer gewiß nach, wenn gleich, unter der Beobachtung, die Wärme des Wassers sehr schnell abnehmen sollte. Siehe den 4ten Versuch.

§. 204. Drittens. Man vergleiche zu Einer Zeit niemal mehr, als höchstens zwei Weingeistthermometer, mit Einem Quecksilberthermometer. Man mag sich alle Mühe geben, das Wasser lange in einerlei Temperatur zu erhalten; so ist der Zeitpunkt, in welchem dasjenige Thermometer, nach welchem man die andern Thermometer vergleicht, den verlangten Grad scharf und genau angibt, doch eigentlich nur ein Augenblick; und in diesem kann man höchstens an nicht mehr, als zwei Thermometern, mit zuverlässiger Richtigkeit, ihren Stand bezeichnen.

§. 205. Viertens. Um das Wasser an allen Orten in gleicher Temperatur zu erhalten, muß man es öfters in Bewegung bringen. Man kann eine Art eines Quirrels machen, indem man ein Stückchen Holz, welches so lang ist, als das Gefäß Höhe hat, seine Länge hin, an mehrern Orten, kreuzweise mit Löchern durchbohrt und Zapfen hindurchsteckt, an welche man die Thermometer anbindet. Dreht man diesen Quirrel im Wasser herum, so kommt das Wasser in Bewegung, die Temperatur wird darin gleichförmig, und die Thermometer werden zugleich

mit darin herumgeführt. Hr. de Luc brauchte ein Rahm, welches so weit und hoch war, als sein Gefäß zum Wasser. Dieses Rahm besteht aus zwei Schenkeln, die oben und in der Mitte mit zwei kleinen überzwerch gehenden Schenkeln verbunden sind. An diese kleinen Querstücken werden die Thermometer so angebunden, daß die Kugeln alle in gleicher Höhe neben einander stehen. Wenn man das ganze Rahm im Wasser herumdreht, so vertritt es die Stelle eines Quirrels.

§. 206. Fünftens. Das Gefäß, in welchem das Wasser befindlich ist, muß etwas weit seyn, damit es viel Wasser fasse, und folglich eine größere Masse Wassers die Wärme länger behalte, als eine geringere. Ingleichen muß das Gefäß so hoch seyn, daß die Thermometer so tief im Wasser stehen, als ihr Saft und Säule steigt.

§. 207. Sechstens. Will man zwei Thermometer mit einander vergleichen, so müssen an demjenigen, welches man zum Grunde legt, oder gleichsam zum Maaßstab erwählt, die Grade vom Siedpunkt herab bis zum Eispunkt, von 5 zu 5, oder doch wenigstens von 10 zu 10, mit feinen seidenen Fäden genau bezeichnet werden. An dem andern Thermometer aber, welches man nach dem angenommenen graduiren will, bringt man den, zu Ende des 174sten §. schon beschriebenen Läufer an. Weil der Federkiel im Wasser seine Elasticität verliert, so bindet man ihn mit einem Faden zusammen. Mit diesem Läufer rückt man dem Saft, wie er sinkt, immerzu nach. Steht die Säule des Fundamentalthermometers auf einem der bezeichneten Fäden, so stellt man an dem andern

Thermometer den Läufer ebenfalls, genau und geschwind, auf das Ende der Säule. Dann mißt man mit einem Zirkel, entweder vom Siedpunkt herab, oder vom Eis- punkt hinauf, bis an den Stand des Thermometers, der durch den Läufer bezeichnet wird. Trägt man nun diesen Abstand auf eine vorher schon verfertigte, und vom Eis- bis Siedpunkt, mit dem Fundamentalthermometer, in gleich viele Grade getheilte, oder auch auf eine andere Skale, so findet man daran den Grad, der mit dem gegebenen Grad des Fundamentalthermometers überein- stimmt.

Weil es aber nicht genug ist, nur halbe oder vier- tels Grade zu bemerken, sondern die jedesmal gefundene Höhe des Weingeistthermometers, wenigstens nach zehn- tels Graden bestimmt werden muß; ein Grad aber, der öfters nicht einmal eine Linie groß ist, mit dem Zirkel und der Reißfeder, nicht mehr in 10 Theile getheilt wer- den kann; so muß man sich hierzu eines verjüngten Maaß- stabs bedienen. Man mißt an demselben die Weite vom Eis- bis zum Siedpunkt. Diese sei z. B. 845 und der Raum vom Eis- bis zum Siedpunkt sei in 80, 0 Grade getheilt. Steht nun der Saft des Weingeistthermometers 415 Theile des Maaßstabs über dem Eispunkt, so findet man durch die Regel de Tri den Thermometerstand in zehntheiligen Graden, indem man sagt: Wie sich ver- halten 845 zu 80, 0, so verhalten sich 415 zu 39, 29 Graden.

§. 208. Siebentens. Es ist nicht genug, daß man an zweierlei Thermometern nur die Grade über dem Eis-

punkt mit einander vergleiche. Man muß auch das Verhältniß der Grade des Queckſilber- und Weingeiſtthermometers unter dem Eispunkt kennen. Dieſes hält freilich etwas ſchwerer, als bei den Graden über dem Eispunkt. Man kann ſogar nicht wohl weiter gehen, als bis auf den 17ten Grad des reaumuriſchen Queckſilberthermometers, unter dem Eispunkt. Und auch dieſes iſt mit Schwierigkeiten verknüpft. Man muß nämlich, mit ungefähr einem Theil Salz und zwei Theilen Schnee, eine künſtliche Kälte machen. Durch dieſe fällt das Queckſilberthermometer auf den 17ten Grad. Verliert dieſes Gemenge nach und nach ſeine Kälte, ſo kann man an einem Weingeiſtthermometer, welches man nebſt dem Queckſilberthermometer da hineingeſtellt hat, den 15ten, 10ten und 5ten Grad des Queckſilberthermometers bezeichnen. Weil aber dieſes Gemeng von Eis und Salz ſich bald wieder erwärmt, ſo muß man theils das Gefäß nicht zu klein und des Gemengs nicht zu wenig nehmen; theils muß man in dieſem Fall nothwendig zwei Thermometer von einerlei Empfindlichkeit gebrauchen.

§. 209. Ich hätte hier noch ein weites Feld vor mir, wenn ich die Gründe von den mancherlei Erſcheinungen bei meinen obigen Verſuchen unterſuchen und umſtändlich anführen wollte. Z. B. warum ſich die Thermomometer im Waſſer geſchwinder erkälten oder erwärmen, als in freier Luft. Ferner, warum ſie die Wärme geſchwinder annehmen, als verlieren. Dann, warum ſie ſowohl bei der Abnahme als Zunahme der Wärme die erſten 50 bis 60 Grade in weit kürzerer Zeit ſowohl

annehmen als verlieren, als die letzten 10 oder auch nur 5 Grade. Und endlich, warum die Quecksilberthermometer, die sich im Wasser geschwinder erkälten und erwärmen, als die Weingeistthermometer, doch in freier Luft nicht geschwinder gehen, als die Weingeistthermometer. Allein die Untersuchung dieser Ursachen gehört mehr in die allgemeine Physik, als in eine blose praktische Beschreibung der Verfertigung der Thermometer. Ich werde deßwegen dieses Kapitel, welches ohnehin lang genug ausgefallen ist, beschließen, und diesen Gegenstand für eine schicklichere Gelegenheit aufbehalten.

Das neunte Kapitel.

Von Vergleichung des Weingeistthermometers mit dem Quecksilberthermometer.

§. 210.

Ich habe zwar §. 8, und von §. 24—33, den Quecksilberthermometern einen beträchtlichen Vorzug vor den Weingeistthermometern beigelegt: deßwegen aber ist meine Meinung gar nicht, die Weingeistthermometer zu verbannen. Ich schätze sie vielmehr selbst hoch und besitze deren mehrere, als Quecksilberthermometer. Der Weingeist ist wohlfeiler, als das Quecksilber. Die Thermometer von Weingeist sind weit leichter zu füllen und zu verfertigen, als die vom Quecksilber. Endlich ist der Saft in Weingeistthermometern, wegen seiner deutlichen Farbe, weit sichtbarer, als die feine weiße Säule der Quecksilberthermometer. — Ein Umstand, welcher bei einem schwachen Gesicht, oder zu Nachtszeiten, wenn man durch ein Fenster nach dem Stand des Thermometers sieht, sehr günstig ist.

Man behalte also die Weingeistthermometer bei. Weil aber doch das Quecksilberthermometer den Vorzug hat; so gebe man den Weingeistthermometern eine solche

Abtheilung, daß sie mit den Quecksilberthermometern harmonisch gehen und mit ihnen einerlei Grade anzeigen. Man wird dadurch im Stand gesetzt, das Weingeistthermometer anstatt des Quecksilberthermometers zu gebrauchen. Man vermeidet dadurch die Verwirrung, die nothwendig entstehen muß, wenn man bald nach dem Quecksilberthermometer, bald nach einem Weingeistthermometer, welches eine eigenthümliche und mit dem Quecksilberthermometer nicht harmonirende Abtheilung hat, beobachtet. — Es kann auch das Weingeistthermometer um so eher ein Diener des Quecksilberthermometers werden, da ersteres noch keine allgemein beliebte, gebilligte und bereits angenommene eigenthümliche Abtheilung hat.

§. 211. Soll sich das Weingeistthermometer nach dem Quecksilber richten und mit ihm harmonisch gehen; so muß man erstlich über der Wahl einer Abtheilung des Quecksilberthermometers selbst einig werden; dann muß man das Weingeistthermometer, nach dem Quecksilberthermometer, von 5 zu 5 Graden vergleichen.

Das sogenannte reaumurische Quecksilberthermometer schickt sich wohl am besten zu gegenwärtigem Endzweck. Es ist allgemein angenommen und beliebt. Es ist zwischen den zwei festen Punkten in eine Anzahl Grade abgetheilt, die eine schickliche Größe haben. Und ich darf noch sagen: Es ist vielleicht auch das richtigste. Denn die Fehler des de Lislischen werde ich in der Folge noch anführen; und was das fahrenheitische betrifft, so kann dieses nicht einmal ohne das reaumurische richtig verfertigt werden.

§. 212. Es haben sich schon zwei gelehrte Männer die Mühe gegeben, die Weingeist- und Quecksilberther-

mometer mit einander zu vergleichen. Der erstere war der Hr. dü Crest, der andere der Hr. de Luc.

Hr. dü Crest (siehe dessen kleine Schriften über das Thermometer, Seite 75) legte sein Weingeistthermometer zum Grund und verglich nach diesem das Quecksilberthermometer. Seine Thermometer hatten zum untern festen Punkt die Temperatur des Kellers der Sternwarte zu Paris. Der obere feste Punkt war die Hitze des, bei der Barometerhöhe von 27″. 9‴. kochenden Wassers. Der Raum zwischen diesen zwei festen Punkten war an jedem Thermometer in 100 Grade getheilt. Die Temperatur des Wassers im Eis, die nach meinem 136sten §. mit dem schmelzenden Eis einerlei ist, fiel an dem Weingeistthermometer auf $10\frac{3}{7}$, und an dem Quecksilberthermometer auf 13, 44 Grad unter temperirt, oder der Null.

§. 213. Ich werde in der Folge, §. 218, die Tabelle vorlegen, darin der Hr. dü Crest die Resultate von seinen Versuchen angibt. Jetzt aber will ich dieses melden, daß, wenn man die Absicht erreichen will, die ich §. 211 angeführt habe, man erstlich die Grade der dü Crestischen Thermometer in 80theilige verwandeln und darauf das Verhältniß umkehren müsse, damit das Quecksilberthermometer zum Grund gelegt und das Weingeistthermometer nach jenem verglichen werde.

Allein dieses Geschäft erfordert eine sehr weitläufige und mühsame Rechnung; so daß ich besorge, den größten Theil meiner Leser damit zu ermüden. Sie wäre auch sehr überflüssig. Denn der Hr. de Luc hat sie vorgenommen. Siehe dessen Untersuchung ꝛc. §. 425, e—k. Ich

habe das nämliche, und zwar nach einer andern Rechnungsart, gethan; und meine Resultate haben mit denen des Hrn. de Luc so genau zusammengetroffen, daß der größte Unterschied nicht gar $\frac{1}{10}$ eines Grads betrug. Deßwegen werde ich nicht einmal meine eigene, sondern blos des Hrn. de Luc Resultate in folgender Tabelle angeben.

§. 214. Ich sagte vorhin: Hr. de Luc habe ebenfalls das Weingeistthermometer nach dem Quecksilberthermometer verglichen. Schon §. 30 habe ich in einer Tabelle diese seine hierüber gemachten Versuche vorgelegt. Da ich nun ingleichen, nach den im vorhergehenden Kapitel vorgeschriebenen Grundsätzen, das Weingeistthermometer verglichen habe; so werde ich des Hrn. dü Crest, des Hrn. de Luc, und meine eigene Erfahrungen hierüber, neben einander setzen.

Tabelle.

Quecksilberthermometer.		Weingeistthermometer: des Hn. du Crest auf 80 Grade gebracht und umgekehrt.	des Hrn. de Luc.	Verdichtungen v. 5 zu 5 Graden.	von mir.	Verdichtungen von 5 zu 5 Graden.
siedend Wasser	80	80, 00	80, 00	6, 2	80, 00	6, 2
	75	73, 21	73, 80	6, 0	73, 80	6, 0
	70	66, 83	67, 80	5, 9	67, 80	5, 9
	65	60, 80	61, 90	5, 7	61, 90	5, 8
	60	55, 06	56, 20	5, 5	56, 10	5, 7
	55	49, 57	50, 70	5, 4	50, 40	5, 5
	50	44, 31	45, 30	5, 1	44, 90	5, 3
	45	39, 24	40, 20	5, 1	39, 60	4, 9
	40	34, 36	35, 10	4, 8	34, 70	4, 8
	35	29, 63	30, 30	4, 7	29, 90	4, 6
	30	25, 05	25, 60	4, 6	25, 30	4, 4
	25	20, 66	21, 00	4, 5	20, 90	4, 4
	20	16, 27	16, 50	4, 3	16, 50	4, 3
	15	12, 05	12, 20	4, 3	12, 20	4, 5
	10	7, 94	7, 90	4, 0	7, 90	4, 0
	5	3, 93	3, 90	3, 9	3, 90	3, 9
schmelzend Eis	0	0, 00	0, 00	80, 0	0, 00	80,0
	5	— —	— —		3, 9	3, 9
	10	— —	— —	— —	7, 6	3, 7
	15	— —	— —	— —	11, 2	3, 6
	20	— —	— —	— —	14, 5	3, 4

§. 215. Wenn man des Hrn. dü Crest, des Hrn. de Luc und meine Erfahrung mit einander vergleicht, so findet man, daß keine mit der andern vollkommen zusammenstimmt. Ich glaube sogar, daß, wenn man den Versuch noch öfters vornehmen sollte, man allezeit etwas andere Resultate bekommen würde. Meinen Versuch habe ich zweimal, und jedesmal mit einem Quecksilber- und zwei Weingeistthermometern, vorgenommen. Ob sie nun gleich in so weit zusammengetroffen haben, daß sie meistentheils einen Punkt angaben; so würde ich doch billig meine Versuche äußerst verdächtig machen, wenn ich behaupten wollte, daß dieses in allen Fällen geschehen sei. Ich gestehe deßwegen frei, daß in manchen Fällen der erste Versuch von dem zweiten, und das eine Weingeistthermometer von dem andern, um 1 bis 3 Zehntheil eines Grads differirt habe. Dasjenige Resultat meiner Beobachtungen, welches ich in der Tabelle gegeben habe, habe ich von einem Weingeistthermometer genommen, dessen Kugel nur halb so dick war, als die Kugel des Quecksilberthermometers. Da, wo ich zwischen dem ersten und zweiten Versuch einen kleinen Unterschied fand, nahm ich entweder das Mittel, oder zog, um einer oder der andern zufälligen Ursache willen, bald die zweite der ersten Beobachtung vor.

§. 216. Woher kommt aber wohl der Unterschied zwischen des Hrn. dü Crest, des Hrn. de Luc und meiner Beobachtung? 1) Des Hrn. dü Crest Thermometer waren etwas anders verfertigt, als die, so Hr. de Luc und ich gebrauchten. Denn die erstern enthielten eingesperrte

Luft, die letztern aber nicht. Die eingesperrte verdichtete Luft kann nun gar wohl, sonderlich bei den Graden, die gegen den Siedpunkt hinansteigen, einen Unterschied zwischen den mit eingesperrter Luft beschwerten und den luftleeren Thermometern machen. 2) Kann man nicht sorgfältig genug seyn, das Wasser in beständiger Bewegung zu erhalten. Auf dem Boden des Gefäßes ist das Wasser immer kälter, als in seiner Höhe. Die Kugeln stehen nun in der Tiefe. Bewegt man kurz zuvor, ehe das Quecksilberthermometer auf den Faden kommt, das Wasser, so erhält die ganze Masse eine Wärme, die grösser ist, als die Wärme des Wassers auf dem Boden war. Man bekommt folglich für die Kugeln der Thermometer eine plötzlich zunehmende Wärme. Nun weiß man aber aus dem vorhergehenden Kapitel, um wieviel das Quecksilber in diesem Fall mehr empfindlich ist, als der Weingeist. Deßwegen habe ich bemerkt, daß das Weingeistthermometer mit der großen Kugel zurückblieb, so oft sich dieser Fall im Wasser ereignete. 3) Noch größere Unrichtigkeit wäre zu besorgen, wenn man in dem Augenblick, da man den Läufer auf den Saft des Thermometers richten will, die Thermometer im Wasser so weit erheben wollte, daß die Säule des Safts oder Quecksilbers etliche Zolle über dem Wasser herausgienge. Der Weingeist hat gegen dem Quecksilber eine sehr starke Ausdehnung. Deßwegen empfindet eine Weingeistsäule von etlichen Zollen, wenn sie aus einer großen Hitze in eine Kälte kommt, schon eine merkliche Verdichtung. Hingegen das Quecksilber nicht so sehr. Man kann daher wohl begreifen, daß, wenn eine Wein= geist= und Quecksilbersäule von gleicher Länge aus einem

heißen Wasser hervorsieht, die Weingeistsäule mehr verdichtet werde, als die vom Quecksilber. In diesem Fall steht also das Weingeistthermometer zu tief. Und doch ist diese Unbequemlichkeit öfters nicht ganz zu vermeiden; da die Säule des Quecksilber- und Weingeistthermometers vom Eis- bis Siedpunkt vielleicht nicht einerlei Länge haben kann, oder wenn auch dieses seyn sollte, diese zwei Säulen, bei abnehmender Wärme, sich doch nicht gleich stark verkürzen, und daher die Säule des einen Thermometers etliche Zoll außer dem Wasser stehen muß, wenn man das andere so hoch erheben will, daß man seinen Stand außer dem Wasser sehen kann. Denn dieses ist nothwendig, daß die Quecksilber- und Weingeistthermometer auf ein Gestell neben einander so befestigt werden, daß die Kugeln nächst an einander stehen, und dann mit dem Gestell in das Wasser gebracht werden. 4) Die Hauptursache der Verschiedenheit zwischen dem dû Crestschen, de Lucschen und meinem Weingeistthermometer schreibe ich der Verschiedenheit des Weingeistes zu, welcher in diesen drei Thermometern unmöglich einerlei seyn konnte. Hr. dû Crest und Hr. de Luc haben das Ausdehnungsverhältniß ihres Weingeists nicht angeführt, daher läßt sich hierüber nicht urtheilen. Der meinige hatte vom Eis- bis zum Siedpunkt die Ausdehnung wie 1000 zu 1118. 5) Was noch die Beobachtungen des Hrn. dû Crest anbetrifft, so ist unläugbar, daß er sie nicht gelassen habe, wie er sie gefunden. Er legte das Weingeistthermometer zum Grunde; das Quecksilberthermometer bekam gegen das erstere zunehmende Verdichtungen. Diese Verdichtungen aber wuchsen in einem regelmäßigen arith-

metischen Verhältniß, nämlich mit jeden 10 Graden des Weingeistthermometers, abwechselnd um 0, 52 und 0, 54 Grad, wie ich §. 218 in der Tabelle zeigen werde. Kann man aber je so regelmäßig ausfallende physikalische Versuche machen?

§. 217. Ich muß, ehe ich diesen Gegenstand verlasse, noch etwas von des Hrn. Strohmeyers Bemühungen in dieser Sache reden. Sie stehen in dessen Anleitung, übereinstimmende Thermometer zu verfertigen, §. 18. seqq.

Hr. Strohmeyer versichert, er habe auch das Weingeist- und Quecksilberthermometer mit einander verglichen, und seine Erfahrungen hätten mit denen, die Hr. dü Crest angegeben, genau übereingestimmt. Diese vorgegebene Übereinstimmung macht die Sache schon verdächtig. Denn zwei, sogar mit einerlei Thermometern, in diesem Falle gemachten Beobachtungen fallen nicht vollkommen einerlei aus, wie ich aus der Erfahrung bezeugen kann. Wenigstens hätte also Hr. Strohmeyer auch den geringen Unterschied, den er nothwendig hätte finden müssen, anzeigen sollen.

Aber wir wollen dieses übersehen. Er hat dabei genug offenbare Fehler, die seinen vorgegebenen Erfahrungen allen Kredit benehmen, zu Schulden kommen lassen. Ich hatte schon vor einiger Zeit, in einem besondern Aufsatz, die Fehler des Hrn. Strohmeyers weitläufig auseinander gesetzt. Es ist mir aber der ungenannte Verfasser der Warnung an die Barometer- und Thermometerliebhaber, ehe ich meinen Aufsatz in Druck geben konnte,

zuvorgekommen, welches mir desto lieber ist, da ich hierdurch aus der Verlegenheit komme, den ersten Angriff auf den Hrn. Strohmeyer thun zu müssen, und ich dann auch nicht nöthig habe, mich mit den Strohmeyerischen Verwirrungen allzu weitläufig abzugeben.

§. 218. Ich habe schon etlichemal die Tabelle versprochen, die Hr. dü Crest in seinen kleinen Schriften ꝛc. Seite 75, über den Gang des Weingeist- und Quecksilberthermometers gegeben hat; — habe sie aber bis hieher verspart, um daran den ersten Fehler des Hrn. Strohmeyers zeigen zu können. Ich werde die Verdichtungen des Quecksilberthermometers, und wie sie in einer arithmetischen Progression zunehmen, beifügen, und um deßwillen die Minuten, die Hr. dü Crest gebraucht hat, in Decimalbrüche verwandeln.

Tabelle.

Hr. Strohmeyer überschreibt sie: / Hr. du Crest überschreibt sie:	Quecksilber. / Weingeist.	Weingeist. / Merkur.	Verdichtungen.	Progressionen.
Siedend Wasser	100	100, 00	— 7, 60	
	90	92, 40	— 8, 14	— 0, 54
	80	84, 26	— 8, 66	— 0, 52
	70	75, 60	— 9, 20	— 0, 54
	60	66, 40	— 9, 74	— 0, 54
	50	56, 66	— 10, 26	— 0, 52
	40	46, 40	— 10, 80	— 0, 54
	30	35, 60	— 11, 34	— 0, 54
	20	24, 26	— 11, 86	— 0, 52
	10	12, 40	— 12, 40	— 0, 54
Mittelmäßig —	0	0, 00	— 12, 93	— 0, 53
	10	12, 93	— — 51	— — 2
Eispunkt —	$\frac{2}{5}$	0, 51	113, 44	535

§. 219. Es ist kein Druck- und kein Schreibfehler, daß Hr. Strohmeyer die erst angegebene du Crestische Tabelle falsch überschreibt, und dem Quecksilber den Gang des Weingeists, hingegen dem Weingeist den Gang des Quecksilbers beilegt; denn Seite 34 und 37 kommen drei Tabellen vor, welche gleichfalls unrichtig überschrieben sind.

Ob ich nun gleich nicht glaube, daß Hr. Strohmeyer wirklich der Meinung gewesen seyn sollte, daß das Quecksilber den Gang, der dem Weingeist eigen ist, und der Weingeist den Gang des Quecksilbers haben sollte; indem seine Tabelle Seite 42 und seine harmonische Tabelle der Thermometer, die er seiner Schrift angehängt hat, das Gegentheil zu beweisen scheint; so hat ihn doch die erst angeführte Verwechslung der Thermometer mit einander zu einem andern großen Fehler verleitet, von dem ich nun noch reden werde.

§. 220. Hr. Strohmeyer setzt nämlich den Fehler, den er durch die Verwechslung des Weingeist- und Quecksilberthermometers gemacht hat, auch in seiner Rechnung fort. Um dieses zu beweisen, will ich seinen 20sten §. hersetzen. „Wenn man, sagt er, 110⅖ Grad, welche das michaelische (oder dü Crestische) Thermometer vom Gefrier- bis zum Siedpunkt hat, in 80 Theile theilt, so wird der achte Theil, also 10°. reaumurischer Theilung, 13°. 80, der michaelischen gleich seyn. Nun folgt aus den michaelischen Versuchen, daß wenn das Quecksilber auf 90°. steht, alsdenn der Weingeist auf 92°. 40. sich halte, daß also die ersten zehn Grade nur 7°. 60 betragen. Wenn also 10°. = 7°. 60. so sind 13°. 80 = 10°. 488. Es sind aber diese 13°. 80. des michaelischen gleich 10°. der reaumurischen Theilung, daher die 10°. 488. des michaelischen auch gleich 7°. 60, im reaumurischen sind. Wenn ich zur Vermeidung großer Brüche, statt der 7°. 60. 7°. 62. und zur Progreßion 0°. 68. nehme, so erhalte ich folgende Progreßionen rc.“

Hierüber muß ich noch einige Anmerkungen machen.

§. 221. Hr. Strohmeyer will den zwei dü Crestischen Thermometern eine 80theilige Abtheilung geben. Allein er verfällt, theils durch seinen falschen Ansatz, §. 218, theils durch noch eine andere Übereilung, in große Fehler.

Erstlich ist es falsch, daß, wenn man 110$\frac{2}{5}$ Grad des dü Crestischen Thermometers in 80 Theile theilt, der achte Theil derselben 10 reaumurischen Graden gleich kommen soll. Dasjenige Thermometer des Hrn. dü Crest, welches vom Eis= bis zum Siedpunkt 110$\frac{2}{5}$ Grade hat, ist ja ein Weingeistthermometer, und das reaumurische Thermometer ist von Quecksilber. Das Quecksilberthermometer des Herrn dü Crest hat vom Eis= bis Siedpunkt, nach der Tabelle §. 218, 113, 44 Grad, folglich sind 14, 18 Grade des dü Crestischen Quecksilberthermometers 10 Graden des reaumurischen gleich, und nicht, wie Hr. Strohmeyer angibt, 13, 80.

§. 222. Durch diesen fehlerhaften Ansatz in der Rechnung mußte Hr. Strohmeyer, wie leicht zu erachten ist, in einen andern Fehler verfallen. Er fährt fort: „Nun folgt aus den michaelischen Versuchen, daß, wenn das Quecksilber auf 90°. steht, alsdenn der Weingeist auf 92°, 40. sich halte, daß also die ersten 10 Grade nur 7°, 60. betragen." Wenn man dem Hrn. Strohmeyer auch verzeihen wollte, daß er hier wieder Quecksilber anstatt Weingeist und Weingeist anstatt Quecksilber setzt, und man annehmen wollte: er habe sich nur im Ausdruck verstoßen; so ist er auf einen neuen Abweg gerathen, den man einem Mathematiker kaum vergeben kann.

Er schließt nämlich also fort: „Wenn also 10° = 7°, 60. so sind 13, 80 = 10°, 488. d. h. wenn 10 Grade des dü Crestischen Weingeistthermometers gleich sind 7, 60 Graden des dü Crestischen Quecksilberthermometers; so sind 13, 80 Grade des bemeldten Weingeistthermometers. gleich 10°, 488. des angeführten Quecksilberthermometers. Daß aber diese Rechnungsart nicht angehe, wird ein jeder einsehen, der die, der Tabelle §. 218 beigesetzte Verdichtung des Quecksilbers sorgfältig betrachtet. Je weiter nämlich das Weingeistthermometer herabsinkt, desto größer werden die Grade des Quecksilberthermometers, die jedesmal 10 Graden des Weingeistthermometers gleich kommen. Das heißt: die Verdichtungen des Quecksilbers nehmen mit jeden 10 Graden Fall des Weingeists zu. Hingegen nimmt Hr. Strohmeyer an, daß die auf die ersten 7, 60 Grade folgende auch nicht größer seien, als die erstern; indem er sie durch die Anwendung der Regel de Tri, in Ansehung ihres innerlichen Werthes, den 7, 60 Graden gleich schätzt. Diesen Fehler aber hätte Hr. Strohmeyer leicht einsehen können, da er selbst die noch ferner folgenden Verdichtungen des Quecksilbers mit jeden 10 Graden um 0, 68 Grad zunehmen läßt.

Um wie viele Theile eines Grads muß aber wohl die Zahl 10, 488 wegen des zunehmenden Gangs des Quecksilbers vermehrt werden? Ich würde etliche Blätter mit einer unnöthigen Rechnung anfüllen müssen, wenn ich beweisen wollte, daß zur Zahl 10, 488. noch 0, 10 Grad hinzugesetzt werden müsse, und daß deßwegen das dü Crestische Quecksilberthermometer auf 10, 59 Graden stehe, wenn sich das dü Crestische Weingeistthermometer auf 13, 80 Graden befindet.

§. 223. Nun kommt ein neuer Fehler der strohmeyerischen Rechnung. Diese 10, 59, oder, wie Hr. Strohmeyer fälschlich berechnet, 10, 488 Grade, sind Grade des dü Crestischen Quecksilberthermometers. Weil man aber wissen muß, mit welchem Grad des reaumurischen Quecksilberthermometers diese 10, 59 Grade übereinkommen; so findet man es durch die Rechnung: Wie sich verhalten 113, 44 dü Crestische Grade zu 80, 00 reaumurischen; so verhalten sich 10, 59 zu 7, 468.

Hr. Strohmeyer, der das Quecksilber= und Weingeistthermometer beständig mit einander verwechselt, thut dieses auch hier. Er sagt: Wie sich verhalten 13° 80 zu 10° (dieses ist beim Weingeistthermometer wahr), so verhalten sich 10°, 488 zu 7, 60 Graden.

§. 224. Die erste Verdichtung des Quecksilberthermometers des Hrn. dü Crest, nachdem es eine 80theilige Skale bekommen, für 10 Grade des gleichfalls auf 80 Theile gebrachten dü Crestischen Weingeistthermometers beträgt:

Nach Hrn. de Lucs Rechnung 7, 48 Grade.

Nach meiner Rechnung 7, 47 Grade, an deren Statt man aber, zur Vermeidung der Brüche, auch 7, 48 annehmen muß.

Nach Hrn. Strohmeyers Rechnung 7, 60 Grade, wofür er noch überdieß 7, 62 annimmt.

Bei jeden 10 Graden, welche das Weingeistthermometer fällt, vergrößern sich die Verdichtungen des Quecksilbers nach einer arithmetischen Progression.

Zufolge meiner und des Hrn. de Lucs Rechnung 0, 72 Grade.

Nach des Hrn. Strohmeyers Rechnung, oder vielmehr Willkühr, 0, 68 Grad.

§. 225. Nun ergeben sich hieraus folgende Verdichtungen des Quecksilbers, für jede 10 Grade des Weingeistthermometers:

nach Hrn. de Luc	nach Hrn. Strohmeyers Ausrechnung.
7, 48	7, 62
8, 20	8, 30
8, 92	8, 98
9, 64	9, 66
10, 36	10, 34
11, 08	11, 02
11, 80	11, 70
12, 52	11, 38
80, 00	80, 00

§. 226. Folglich fällt die auf 80 Grad gebrachte Abtheilung des dü Crestischen Quecksilber- und Weingeistthermometers folgender Gestalt aus.

Tabelle.

Weingeist.	dü Crestisches Quecksilber, nach Hrn. de Lucs Rechnung.	Unterschied.	dü Crestisches Quecksilber, nach Hrn. Strohmeyers Rechnung.
80	80, 00		
70	72, 52	0, 14	72, 38
60	64, 32	0, 24	64, 08
50	55, 40	0, 30	55, 10
40	45, 76	0, 32	45, 44
30	35, 40	0, 30	35, 10
20	24, 32	0, 24	24, 08
10	12, 52	0, 14	12, 38
0	0, 00		0, 00

§. 227. Die in der dritten Kolumne gesetzten Unterschiede zeigen, daß Hr. Strohmeyer, durch seine unrichtige Rechnung, bei dem 30, 40 und 50sten Grad des Weingeistthermometers den damit harmonirenden Stand des Quecksilberthermometers um 0, 3 und in andern Fällen um 0, 14 bis 0, 24 Grad zu niedrig angesetzt habe. Wollte man die Verhältnisse umkehren und, wie in der Tabelle §. 214, das Quecksilberthermometer zum Grunde legen, so würde bei dem 35, 45 und 55sten Grad des Quecksilberthermometers, das Weingeistthermometer des

Hrn. dü Crest, nach der strohmeyerischen Rechnung, um o, 3 Grad höher stehen, als in der Tabelle §. 214 angegeben ist.

§. 228. Man kann nicht genau wissen, ob Hr. Strohmeyer, bei seinen Vergleichungen der Thermometer, das Quecksilber- und Weingeistthermometer zum Grunde legen will. Denn nach der Überschrift seiner Tabellen zu urtheilen, will er das Quecksilberthermometer zu gleichen Graden annehmen und das Weingeistthermometer nach jenem vergleichen, und doch setzt er in der That das Weingeistthermometer, zu gleichen Graden abgetheilt, fest und vergleicht das Quecksilberthermometer nach ersterem.

Es mag nun aber seyn, welches es will, so kann Hr. Strohmeyer nicht sagen, daß seine Versuche mit den Erfahrungen des Hrn. dü Crest übereingestimmt haben. Hat er, wie es sehr wahrscheinlich ist, Weingeistthermometer zu gleichen Graden angenommen, so steht das Quecksilberthermometer, welches Hr. Strohmeyer nach dem erstern verglichen hat, tiefer, als das dü Crestische. Siehe §. 226. Sollte aber, welches doch kaum glaublich ist, das Quecksilberthermometer von ihm zu Grunde gelegt und das Weingeistthermometer nach jenem verglichen worden seyn; so würde das Weingeistthermometer des Hrn. Strohmeyers, in den mittlern 30 Graden, immer um o, 3 Grade höher gestanden seyn, als das dü Crestische nach der wahren Rechnung stund. Dieses ist zwar möglich; denn nach meinen Versuchen, siehe die Tabelle §. 214, fand ich bei diesen Graden den Stand des Weingeistthermometers eben so; aber Hr. Strohmeyer kann, wenn

dieser Fall gelten sollte, nicht mehr sagen, daß seine und des Hrn. dü Crests Erfahrungen mit einander übereingestimmt haben.

§. 229. Wer kann nun wohl diese Dinge zusammenreimen? Hr. Strohmeyer rechnet falsch; und seine wirklichen Erfahrungen sollen mit seiner falschen Rechnung zusammentreffen!

Was soll man ferner zu dem sagen, was Hr. Strohmeyer Seite 39, 40 anführt: Er sagt: „Ich ließ meine Thermometer im siedenden Wasser so hoch steigen, wie sie konnten, und sobald das Quecksilber um 2 bis 3 Grad bei 70, 60 u. s. w. stund, quirlte ich oft und beständig. Wenn es aber den Grad von 70, 60 erreichte, so stand der Weingeist immer etwas höher (nämlich höher, als Hr. de Luc nach seinem Thermometer angegeben hatte, siehe Seite 38), und zwar nach der Ausmessung um so viel, als es nach meiner Ausrechnung stehen sollte. Ich veränderte daher die Fäden auf die von mir gefundenen und angezeigten Grade, wiederholte den Versuch dreimal, und fand allemal, daß, wenn das Wasser durchs Quirln in allen Theilen einen gleichen Grad der Wärme erhalten, sich der Weingeist gegen das Quecksilber so verhalte, wie ich es nach meinen Progressionen angezeigt habe." Hr. Strohmeyer sagt hier ausdrücklich, daß er das Quecksilberthermometer zu Grunde gelegt habe. Sein damit verglichenes Weingeistthermometer soll immer höher gestanden seyn, als Hr. de Luc nach seinen Versuchen fand. Nun steht das de Lucsche Weingeistthermometer, nach §. 214, schon höher, als das dü Crestische. Und doch soll

das strohmeyerische Weingeistthermometer noch höher gestanden seyn. Wie kann es also, unter diesen Umständen, auf die Punkte gekommen seyn, die Hr. Strohmeyer nach seiner Rechnung gefunden hatte; da diese von ihm berechneten Punkte alle tiefer stehen, als das de Lucsche Weingeistthermometer angibt?

Ich überlasse im Übrigen noch dem Urtheil eines jeden Vernünftigen, wie es möglich sei, daß ein Mann, der das Weingeist- und Quecksilberthermometer wirklich, und nicht nur blos auf dem Papier durch Berechnungen mit einander verglichen hat, auf eine solche Weise, wie Hr. Strohmeyer gethan, den Gang des Weingeists und Quecksilbers beständig mit einander verwechseln könne? da die Gegeneinanderhaltung seiner Versuche, die er an seinen Thermometern mit Fäden bezeichnet hat, gegen seine falsch angesetzten Tabellen, und schon der abnehmende Gang des Weingeists, gegen den im Verhältniß zu dem Weingeist zunehmenden Gang des Quecksilbers, auch ohne wirkliche Erfahrungen, die Unrichtigkeit des Ansatzes mit einem Blick angeben muß.

§. 230. Ich sollte jetzt die Art und Weise zeigen, wie an den Weingeistthermometern die Abtheilung, die mit dem reaumurischen Quecksilberthermometer harmonirt, zu verfertigen sei. Weil aber das eilfte Kapitel besonders für die Abtheilungen bestimmt ist, so werde ich es §. 286—292 thun.

Das zehnte Kapitel.

Vom Salmiakgeistthermometer.

§. 231.

Mein Vater besaß ein kleines Thermometer, welches mit einem blauen Saft gefüllt und schon 40 Jahr alt war. Ich war diesem Thermometer sehr günstig, weil es eine sehr schöne und dauerhafte Farbe hatte. Denn sie erhielt sich so gut, als ob sie erst vor wenigen Tagen wäre gemacht worden. Dabei war dieses Thermometer, welches mein Vater nach einem reaumurischen Weingeistthermometer graduirt hatte, in seinem Gang immer sehr empfindlich. Letzteres kam von seiner kleinen Kugel her. Ich wünschte den Saft, mit dem es gefüllt war, kennen zu lernen; erfuhr aber erst vor kurzer Zeit, daß es Salmiakgeist sei.

Das Alter dieses Thermometers ist der beste Beweis von der Dauerhaftigkeit dieses Safts. Weil überdieß diese Farbe schöner ist, als irgend eine andere, so empfehlen sich die Salmiakgeistthermometer, aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, besser, als die Weingeistthermometer.

§. 232. Ich hoffte aber von den Salmiakgeistthermometern noch größere Vortheile zu erhalten. Hr. de Luc hat ein Thermometer aus Wasser verfertigt, welches

mit Kochsalz gesättigt war. Da nun das gemeine Wasser unter allen flüssigen Dingen, in Vergleichung mit dem Quecksilberthermometer den stärksten abnehmenden Gang hat; so ist hingegen durch das Salz das Wasser so verändert worden, daß das Thermometer vom Salzwasser einen nicht viel stärker abnehmenden Gang zeigt, als ein schwacher Weingeist hat. Hr. de Luc glaubte daher, wenn er Salz und Weingeist mit einander vereinigen könnte, welches aber nicht anging, so könnte vielleicht der Weingeist also verändert werden, daß sein Gang nicht mehr so stark abnehmend wäre und dem Gang des Quecksilbers gleich käme.

Nun besteht der Salmiakgeist aus Weingeist, der über Salmiak abgezogen wird. Ich glaubte deßwegen um so mehr an dem Salmiakgeist dasjenige zu finden, was Hr. de Luc von einem mit Salz vermischten Weingeist hoffte, da auch noch überdieß die Farbe, die dem Salmiakgeist gegeben wird, etwas Salzartiges hat.

§. 233. Meine Versuche, die ich mit Vergleichung des Salmiakgeist- und Quecksilberthermometers gemacht habe und die ich in der Folge anführen werde, zeigen zwar, daß ich mich in diesem Fall geirrt: denn der Gang des Salmiakgeistthermometers ist von dem Gang des Weingeistthermometers wenig unterschieden; indessen ziehe ich doch den Salmiakgeist in manchen Fällen vor, und in andern setze ich ihn dem Weingeist wenigstens an die Seite.

1) Der Salmiakgeist ist eben so empfindlich, als der Weingeist.

2) Sein Gang ist fast einerlei mit dem Gang des Weingeists, vorausgesetzt, daß jeder von diesen zwei Geistern gleich dephlegmirt sei: in diesem Fall hat er auch vom Eis- bis Siedpunkt mit dem Weingeist einerlei Ausdehnung. Denn ich hatte einen Salmiakgeist, der Pulver zündete, und dessen Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt, wie bei dem rectificirten Weingeist, sich verhielt, wie 1000 zu 1118.

3) Die Schönheit und Dauerhaftigkeit seiner Farbe habe ich schon §. 231 angeführt. Dieß ist aber gewiß bei Thermometern eine Sache von Wichtigkeit. Denn sobald ein Geistthermometer seine Farbe verloren hat, so ist das Thermometer selbst so gut, als für verloren, anzusehen.

4) Weil die Farbe des Salmiakgeists sehr stark oder dick gemacht werden kann, sich aber doch niemals an der Röhre ansetzt, so kann man zu Salmiakgeistthermometern beinahe Haarröhren gebrauchen; folglich ihnen sehr kleine Kugeln geben und sie dadurch sehr empfindlich machen. Ich habe Salmiakgeistthermometer verfertigt, deren Röhren so enge waren, daß die Säule des Saftes nicht dikker schien, als eine mittelmäßige Nähnadel. Und doch war die Säule sichtbarer, als an einem auf das schönste gefärbten und mit einer weiten Röhre versehenen Weingeistthermometer.

§. 234. Ich werde jetzt zur Beschreibung des Salmiakgeistthermometers fortgehen; und mit der Beschreibung des Salmiakgeists selbst den Anfang machen.

In den Apotheken wird er Spiritus salis amoniaci volatilis vinosus genannt. Man verfertigt ihn auf fol-

gende Art. In eine gläserne Flasche thut man ein halb Pfund zu Pulver zerstoßenes Salmiak; ein Pfund Potasche, ein halb Pfund Quellwasser und ein Pfund rectificirten Weingeist. Man setzt den Helm auf und verklebt ihn wohl, bringt eine Vorlage an, setzt die Flasche in ein Sandbad, gibt ihr ein gelindes Feuer, und destillirt dadurch den Salmiakgeist. Wenn 10 bis 11 Unzen davon in die Vorlag gegangen sind, endigt man die Distillation.

Dieses ist der gewöhnliche Salmiakgeist, den man in jeder guten Apotheke bekommen kann. Seine Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt verhält sich, wie 1000 zu 1096.

Destillirt man obigen Salmiakgeist nochmal und nimmt davon nur etliche Unzen, so bekommt man einen hoch rectificirten Salmiakgeist, der Pulver zündet, und dessen Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt, wie 1000 zu 1118 bis 1120 seyn wird.

§. 235. Es ist ein Fehler, der bisher (den Hrn. von Reaumur ausgenommen) von allen denen, die Weingeistthermometer erfanden und beschrieben, begangen worden, daß sie das Verhältniß seiner Ausdehnung nicht angegeben haben, denn dieses ist lange noch nicht genug, nur zu sagen: der Weingeist zündet Pulver; da auch dieser in seiner Ausdehnung sehr verschieden seyn kann. Damit ich mit meinem Salmiakgeistthermometer nicht in den nämlichen Fehler verfalle; so will ich das Verhältniß seiner Ausdehnung angeben, und die Art und Weise lehren, wie man jedesmal einen Salmiakgeist von der vorgeschriebenen Ausdehnung erhalten kann.

Ich habe nicht die höchst rectificirte Sorte von Salmiakgeist angenommen; sondern jene, deren Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt sich verhält, wie 1000 zu 1100, oder wie 10 zu 11. Zwei Ursachen bewogen mich hierzu.

1) Diese Sorte von Salmiakgeist kann man in jeder Apotheke bekommen, da hingegen der hoch rectificirte besonders verfertigt werden muß.

2) Dann löst diese Sorte von Salmiakgeist mehr Farbe auf, als der höchst rectificirte, und gibt folglich eine weit stärkere und ganz dunkelblaue Farbe. Der hoch rectificirte hingegen gibt nur eine himmelblaue.

§. 236. Man könnte zwar einwenden: da diese Sorte Salmiakgeist viel Wasser in sich habe, so könne er bei großer Kälte gefrieren, und dann sei auch sein Gang mehr abnehmend, als der Gang des hoch rectificirten. Hierauf antworte ich:

1) Wenn er auch gefrieren sollte, so geschieht dieses gewiß nicht eher, als bei einer außerordentlichen Kälte, die in unserm Klima niemal, sondern nur in den entferntesten nördlichen Ländern gefunden werden kann.

2) Wenn gleich sein Gang mehr abnehmend ist, als der Gang des hoch rectificirten Salmiakgeists, so beträgt doch dieses sehr wenig; und da ich dieses Thermometer blos zu der Absicht bestimme, um es nach dem reaumurischen Quecksilberthermometer zu graduiren; so kommt es nicht darauf an, ob der Gang desselben etwas mehr oder weniger abnehmend ist.

§. 237. Jetzt ist nur die Frage, wie bekommt man einen Salmiakgeist, dessen Ausdehnung vom Eis- bis zum

Siedpunkt genau in dem Verhältniß, wie 1000 zu 1100, steht? Dieses ist so schwer nicht. Es kommt dabei nur auf die zwei Stücke an: daß man wisse, die Ausdehnung des Salmiakgeists genau zu messen, und dann ihn mit Wasser richtig zu vermischen.

Man läßt sich aus einer Apotheke einen Salmiakgeist geben, so gut, als man ihn haben kann. Wenn man die ersten 2 bis 3 Unzen von der Destillation, s. §. 234, wegnimmt; so wird seine Ausdehnung mehr betragen, als die vorgeschriebene. Diese muß aber genau gemessen werden. Ich habe schon §. 21 in der Anmerkung eine Art gelehrt, wie dieses geschehen könne. Man kann und muß aber noch genauer hiebei zu Werke gehen.

Wenn an eine Röhre eine proportionirliche Kugel, nach den Grundsätzen §. 20 folg. aufgeblasen worden; so wiegt man auf einer sehr empfindlichen Waage das noch leere Thermometer. Dann füllt man die Kugel und Röhre bis auf 2 Zoll mit Quecksilber an. Hierauf setzt man das Thermometer in schmelzenden Schnee und das Quecksilber wird etwas fallen. Seinen Stand bezeichnet man genau mit einem feinen seidenen Faden. Man wiegt nun das mit Quecksilber gefüllte Thermometer wieder; zieht die Schwere des Glases davon ab, und dividirt den Rest, welcher die Schwere des Quecksilbers gibt, durch 11, den Quotient gibt die Ausdehnung von 100. Deßwegen thut man, durch Hülfe eines eisernen Drahts, so lang Quecksilber aus der Röhre, bis das Quecksilber $\frac{1}{11}$ weniger Gewicht gibt. Hierauf bringt man das Thermometer von neuem in schmelzenden Schnee; nach einiger Zeit bemerkt man mit einem seidenen Faden auch

diesen Stand des Quecksilbers; und leeret hierauf das Quecksilber aus. Der Raum zwischen den zwei Fäden ist die Ausdehnung, die zur Masse in der Kugel und in dem untern Theil der Röhre bis zum ersten Faden, welcher den Eispunkt vorstellt, sich verhält, wie 100 zu 1000.

Nun füllt man das Thermometer mit seinem Salmiakgeist, setzt es in schmelzenden Schnee, und wenn der Saft über oder unter dem untern Faden steht, so nimmt man entweder so viel Saft weg, oder setzt zu, damit der Saft auf dem Faden sich endige. Man schmelzt endlich das Thermometer zu, §. 245, und sieht, wie hoch der Saft im siedenden Wasser steige. Kommt er über den obern seidenen Faden, so beträgt die Ausdehnung des Salmiakgeists mehr als 100. Da man aber einmal weiß, daß der Raum zwischen den zwei Fäden 100 beträgt, so kann man leicht berechnen, wie viel sich der Salmiakgeist über 100 ausgedehnt habe. Man theilt nämlich den Raum zwischen den zwei Fäden in 100 Grade, und wenn der Saft z. B. acht solche Grade über die 100 Grade gestiegen wäre, so ist seine Ausdehnung 108.

§. 238. Aus diesem Salmiakgeist, dessen Ausdehnung wir zu 108 annehmen wollen, kann man jetzt, durch Vermischung mit Wasser, einen andern bereiten, dessen Ausdehnung genau 100 ist.

Das Regen- oder Schneewasser hat, nach einem von mir angestellten Versuch, von seiner größten Verdichtung, die bei + 4 Graden des reaumurischen Thermometers ist, bis zum Siedpunkt eine Ausdehnung, wie 1000 zu 1040.

Die verlangte Ausdehnung des Salmiakgeistes wäre 100. Die Ausdehnung des Salmiakgeists, den man besitzt, 108, und die Ausdehnung des Wassers 40. Nun suche man den Unterschied zwischen der Ausdehnung des Salmiakgeists. Dieser ist 50. Ingleichen suche man den Unterschied zwischen der verlangten Ausdehnung des Salmiakgeists, den man besitzt. Dieser ist im gegenwärtigen Fall 8. So viele Theile, als die Ausdehnung des Wassers von der verlangten Ausdehnung des Salmiakgeists Unterschied gegeben hat, nehme man von dem Salmiakgeist, dessen Ausdehnung 108 ist; — und so viel Theile, als die Ausdehnung des Salmiakgeists mehr Unterschied gegeben hat als 100, setze man vom Wasser zu, so gibt das Gemenge die verlangte Ausdehnung von 100. In diesem Fall müßte man also acht Theile Wasser und sechzig Theile von dem Salmiakgeist, dessen Ausdehnung wie 1000 zu 1108 ist, zusammenmischen, um einen Salmiakgeist zu bekommen, dessen Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt sich verhält, wie 1000 zu 1100.

§. 239. Den Beweis von der Richtigkeit dieses Verfahrens gibt eine andere Rechnung. Man betrachtet das Gemenge als eine Materie, die aus 60 Theilen Salmiakgeist besteht, deren jeder eine Ausdehnung von 108 hat, und aus 8 Theilen Wassers, deren ieder eine Ausdehnung von 40 gibt. Folglich hat man 68 Theile bei seinem Gemenge, und daher ist dessen Ausdehnung:

$$\frac{(108.\ 60.) + (40.\ 8.)}{68.} = 100.$$

§. 240. Die Theile des Gemengs müssen sehr genau gemessen werden. Ich bediene mich hierzu einer

etwas engen und ungefähr 10 Zoll langen Thermometerröhre, an deren eines Ende ich ein Gefäß mit einer offenen Spitze anblase, wie das Gefäß an den gewöhnlichen Barometern ist. Ein paar Zolle über dem Gefäß binde ich einen seidenen Faden um die Röhre. Hierauf stelle ich das Gefäß in den Salmiakgeist und sauge mit dem Munde an dem andern offenen Ende der Röhre, bis der Salmiakgeist das ganze Gefäß und die Hälfte der Röhre angefüllt hat. Dann lasse ich den Saft bis auf den Faden herablaufen, und in dem Augenblick, wenn er darauf steht, halte ich mit dem Finger die obere Öffnung der Röhre zu, so bleibt der Saft darin hängen und man kann das Gefäß ausleeren.

Bereitet man sich auf erst beschriebene Weise etliche Unzen Salmiakgeist, so kann man eine Menge Thermometer, die ohnehin nur enge Röhren und kleine Kugeln haben dürfen, damit füllen. Man kann den zubereiteten Salmiakgeist, wenn er wohl verschlossen ist, mehrere Jahre unversehrt aufbehalten.

Ehe man die Ausdehnung des Salmiakgeists sucht, muß er gefärbt worden seyn.

§. 241. Die Farbe wird dem Salmiakgeist mit einer feinen Sorte von Grünspan, der in den Apotheken unter dem Namen Flores Veneris bekannt ist, gegeben. Man zerstößt ihn, und wirft so viel davon hinein, als der Salmiakgeist auflösen kann. Nun löset er aber so viel von dieser Farbe auf, daß er alle aufgelösten Theile fassen kann. Diese überflüssigen Theile legt er nach etlichen Tagen an den Seitenwänden des Glases an. Man gießt ihn deßwegen in ein anderes

Glas ab und setzt ihm ungefähr noch $\frac{1}{10}$ Theil ungefärbten Salmiakgeist zu, so bekommt er eine sehr dunkelblaue Farbe, die sich nie an die Röhren der Thermometer anlegt.

Die Ursache, warum diese Farbe sich nie an den Röhren anlegt, ist leicht einzusehen. Der Salmiakgeist zerfrißt den Grünspan. Dieses Geschäft setzt er fort, so lange er seine Stärke nicht verliert. Da er nun in eine Röhre eingeschlossen ist, so bleibt er unversehrt und folglich, weit entfernt, die Farbe abzusetzen, zerfrißt er sie immer mehr.

§. 242. Weil meine Absicht ist, den meisten dieser Salmiakgeistthermometer nur 40 Grade des reaumurischen Quecksilberthermometers über und 20 dergleichen Grade unter dem Eispunkt zu geben; so muß die Kugel zehnmal so viel körperlichen Inhalt haben, als die ganze Röhre. Man fülle deßwegen die Röhre ganz mit Quecksilber an, wäge es und mache eine Kugel, die zehnmal so viel Quecksilber faßt. Trifft man das vorgeschriebene Maaß der Kugel genau; so wird das Thermometer noch den 50sten bis 60sten Grad über dem Eispunkt anzeigen können.

§. 243. Das Füllen geschieht wie bei den Weingeistthermometern. Man darf aber nicht vergessen, diejenigen Thermometer, die das siedende Wasser nicht aushalten sollen, beim Zuschmelzen so zu behandeln, wie ich bei den Weingeistthermometern, §. 72, 73, gelehrt habe, damit der Salmiakgeist wohl von der Luft gereinigt werde. Man bricht sie nach einiger Zeit wieder auf und schmelzt sie das Letztemal wieder zu, wenn der Saft so weit hinaufgetrieben worden, daß er noch 1 Zoll vom Ende der Röhre absteht.

§. 244. Die meiste Mühe macht es, die Salmiakgeistthermometer dahin zu bringen, daß sie die Hitze des siedenden Wassers aushalten. Der Salmiakgeist hat, wegen des beigemischten Grünspans, eine unglaubliche Menge Luft in sich, und diese tobt im siedeuden Wasser außerordentlich. Ich habe alle die Methoden versucht, die ich im vierten Kapitel angeführt, um den Weingeist geschickt zu machen, daß er die Hitze des siedenden Wassers verträgt. Aber alles war vergebens. Ich nahm sehr weite Röhren zu meinen Thermometern und schloß verdichtete Luft ein; — ein Mittel, wodurch man die Weingeistthermometer geschickt macht, ohne alle Mühe die Hitze des siedenden Wassers auszuhalten. Auch dieses fruchtete nichts. Nachdem ich ungefähr ein Dutzend Thermometer, die ich theils zerbrach, theils im siedenden Wasser durch die Gewalt der Luft zersprengt hatte, aufgeopfert, wurde ich mutblos, und gab alle Hoffnung eines glücklichen Erfolgs meiner weitern Bemühungen auf.

In diesem Augenblick aber fiel mir noch ein Weg ein, auf welchem ich noch die meiste Hoffnung hatte, zu meinem Zweck zu gelangen. Diesen betrat ich, und meine vorhergegangenen Bemühungen wurden belohnt.

§. 245. Ich brachte einen feinen Stahldraht in die Röhre und ließ sie in die Kugel hineingehen. Der Draht sahe nicht aus der Röhre heraus, sondern sein Ende war noch um 1 Linie innerhalb der Röhre. Darauf stellte ich das Thermometer in ein Wasser, das + 60 reaumurische Grade heiß war; und schmelzte dann die Röhre an der Lampe geschwind zu.

Bringt man dieses Thermometer in das siedende Wasser, so kommen zwar unaufhörlich Luftblasen aus der Kugel, wodurch die Säule des Saftes getrennt wird, und man muß zu dem bekannten Schleudern seine Zuflucht nehmen. Aber viele Luftblasen laufen selbst an dem Draht hinauf, besonders wenn man nur die Kugel wieder in das kochende Wasser stellt, das Thermometer, sobald sich die Säule trennt, in ein kaltes Wasser taucht, und dann die Kugel wieder in das kochende Wasser hält. Nach einer Stunde bringt man es, auch bei ziemlich engen Röhren, deren Durchmesser kaum $\frac{1}{4}$ Linie beträgt, dahin, daß der Saft nicht mehr aufwallt. Dann nimmt man das Thermometer aus dem siedenden Wasser, bricht es auf, zieht den Draht heraus, stellt es in ein + 70 bis 75 Grad heißes Wasser, und schmelzt es darin zum Zweitenmal zu.

Nunmehr bringt man es abermal in das siedende Wasser. Die Säule wird sich noch etlichemal trennen und Luft darzwischen treten. Aber mit etlichen Aufwallungen ist es vorüber, und das Thermometer wird ruhig im siedenden Wasser aushalten. Ob auch dieses, wie bei Weingeistthermometern, bei eröffneter Röhre zu erhalten sei, zweifle ich; wenigstens wollte es mir nicht glücken. Ich machte aber nur einen einzigen Versuch damit.

§. 246. Was die Abtheilung oder Skale dieses Salmiakgeistthermometers betrifft; so habe ich nach meinem Grundsatz, die Skalen der Thermometer so sehr zu vermindern, als nur möglich, auch dieses Thermometer blos nach dem reaumurischen Quecksilberthermometer graduirt.

Deßwegen habe ich vier von meinen Salmiakgeistthermometern, an welchen der Raum vom Eis- bis Siedpunkt in 80 gleiche Theile getheilt war, mit einem reaumurischen Quecksilberthermometer von 5 zu 5 Graden verglichen. Die Ausdehnung des Salmiakgeists war in dem einen, wie 1000 zu 1096. In dem andern, wie 1000 zu 1100. In dem dritten, wie 1000 zu 1104; und in dem vierten, wie 1000 zu 1117. Da ich aber bei meinen Salmiakgeistthermometern nur Rücksicht auf diejenigen nehme, deren Ausdehnungsverhältniß wie 1000 zu 1100 ist; so will ich in nachfolgender Tabelle dasjenige, dessen Ausdehnung vom Eis- bis Siedpunkt von 1000 bis zu 1117 geht, weglassen.

Tabelle.

Quecksilberthermometer.		3 Salmiakgeistthermometer, deren Ausdehnung bis zum Siedpunkt: 1096.		1100.		1104.	
Siedend Wasser	80	80, 0	—6,7	80, 0	—6,7	80, 0	—6,7
	75	73, 3	—6,5	73, 3	—6,5	73, 3	—6,6
	70	66, 8	—6,2	66, 8	—6,4	66, 7	—6,5
	65	60, 6	—5,8	60, 4	—5,8	60, 2	—5,8
	60	54, 8	—5,7	54, 6	—5,7	54, 4	—5,7
	55	49, 1	—5,3	48, 9	—5,3	48, 7	—5,5
	50	43, 8	—5,2	43, 6	—5,1	43, 2	—4,9
	45	38, 6	—4,8	38, 5	—4,8	38, 3	—4,9
	40	33, 8	—4,6	33, 7	—4,7	33, 4	—4,6
	35	29, 2	—4,5	29, 0	—4,5	28, 8	—4,5
	30	24, 7	—4,5	24, 5	—4,4	24, 3	—4,3
	25	20, 2	—4,3	20, 1	—4,2	20, 0	—4,1
	20	15, 9	—4,0	15, 9	—4,1	15, 9	—4,1
	15	11, 8	—4,0	11, 8	—4,0	11, 8	—4,0
	10	7, 8	—3,9	7, 8	—3,9	7, 8	—3,9
	5	3, 9	—3,9	3, 9	—3,9	3, 9	—3,9
Eispunkt	0	0, 0		0, 0	—3,8	0, 0	
	5	— —	— —	3, 8	—3,7		
	10	— —	— —	7, 5	—3,5		
	15	— —	— —	11, 0	—3,4		
	20	— —	— —	14, 4			

§. 247. Um nun Salmiakgeistthermometer zu verfertigen, die mit dem reaumurischen Quecksilberthermometer harmoniren, aber nur 40 Grade über und 20 Grade unter dem Eispunkt anzeigen sollen; so bediene man sich der Tabelle, die Fig. 3 gezeichnet und §. 291, 292 beschrieben wird. Man bediene sich aber anstatt jener, in der Fig. 3 angegebenen Verdichtungen, die dem Weingeistthermometer zugehören, der in der Tabelle des vorhergehenden Paragraphs von 1100 beigesetzten Verdichtungen; und trage auf die Linie AB. und CD. über den Eispunkt nach und nach die Verdichtungen 39, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 47 und unter den Eispunkt die Verdichtungen 38, 37, 35, 34. Im Übrigen verfährt man, wie §. 292 gelehrt wird.

§. 248. Will man sich die Mühe nicht geben, die Ausdehnung des Salmiakgeists zuvor zu untersuchen; so bemühe man sich, aus einer Apotheke einen, nach §. 234 verfertigten Salmiakgeist zu bekommen, von dem aber bei der Destillation nur 9 bis 10 Unzen weggenommen worden. Dieser ist leicht zu erhalten und wird die vorgeschriebene Ausdehnung von 1000 zu 1100 haben. Sollte diese auch etwas mehr oder weniger betragen; so hat man doch keinen beträchtlichen Fehler davon zu befürchten. Denn wenn man die 3 Thermometer von Salmiakgeist, §. 246, vergleicht, so findet man, daß sie, bei dem 40sten reaumurischen Grad, nicht weit von einander unterschieden sind, nämlich nur 2 und 3 zehntels Grade. Da nun diese kleine Abweichung in 40 Grade ausgetheilt wird, so wird der Fehler ganz und gar unmerklich, wenn man auch nicht genau jenen Salmiakgeist haben sollte,

dessen Ausdehnungsverhältniß von 1000 zu 1100 geht. Überdieß glaube ich, daß die bemeldte gefundene Abweichung der drei Salmiakgeistthermometer nicht einmal ganz der Verschiedenheit ihres Salmiakgeists, als vielmehr hiebei noch Fehlern der Beobachtung und der Thermometer selbst zuzuschreiben seien. Man vergleiche zwei mit einerlei Flüssigen gefüllte und in allen Stücken auf einerlei Art und auf das sorgfältigste verfertigte Thermometer. Man vergleiche sie mit einander in freier Luft, oder im Wasser. In den Graden, die den zwei festen Punkten nahe kommen, werden sie sehr gut zusammentreffen. Aber es wäre ein bloser ungefährer Zufall, wenn sie durch alle Grade, und besonders bei den mittlern Graden, nicht zuweilen um 1—3 Zehntheil eines Grads von einander abweichen sollten.

Das eilfte Kapitel.

Von den verschiedenen Skalen oder Abtheilungen der Thermometer.

§. 249.

Sowohl das Weingeist- als Quecksilberthermometer hat mehrere Skalen bekommen; je nachdem es dem einen oder dem andern, der es zu verbessern suchte, am vortheilhaftesten schien. Einige dieser Abtheilungen hingen nur von der Willkühr ihrer Erfinder ab. Andere waren nach gewissen Grundsätzen eingerichtet. Ich werde mit Beschreibung derjenigen Skalen, die ganz willkührlich angenommen waren, den Anfang machen.

§. 250. Das florentinische Weingeistthermometer hatte eine so willkührliche Abtheilung, daß, wenn man zehn dergleichen Thermometer neben einander gestellt hätte, keines mit dem andern würde zusammengetroffen haben. Es läßt sich deßwegen von dieser Skale gar nichts sagen.

§. 251. Die Akademie zu London hatte ein Weingeistthermometer, welches zwar auch eine willkührliche Abtheilung hatte; weil es aber von der Akademie als ein etalon angenommen war, um nach demselben die andern Thermometer zu graduiren, so verdient es etwas mehr

Achtung. Hr. dü Crest hat es nach seinem Thermometer verglichen. Weil mir aber die dü Crestische Abtheilung nicht gar bequem scheint, so will ich gegenwärtig und in der Folge das dü Crestische Thermometer in ein anderes verwandeln, welches vom Eis- bis zum Siedpunkt in 80 Grade getheilt ist, und welches ich das 80theilige Weingeistthermometer nennen werde.

Die Null des Alt Londner Thermometers kommt mit + 13, 6, und der 100ste Grad mit — 5, 87 Graden des 80theiligen Weingeistthermometers überein.

§. 252. Des Hrn. de la Hire Weingeistthermometer hatte ingleichen eine willkührliche Abtheilung. Seine Null traf auf — 13¾, und der + 48ste Grad auf 7, 64 Grad des 80theiligen Weingeistthermometers. Nach Hrn. dü Crests Vergleichung.

§. 253. Der Hr. de la Ville setzte die Null seines Thermometers, daß sie mit 11, 5 Grad des 80theiligen Weingeistthermometers unter Null übereinstimmte. Der 42ste Grad aber fiel auf das Mittelmäßige oder 7, 64 Grad des 80theiligen Thermometers. Nach Hrn. dü Crests Vergleichung.

§. 254. An dem amontonischen Luftthermometer fällt die Hitze des siedenden Wassers auf den 73sten und die Temperatur des schmelzenden Eises auf dem 52sten Grad.

§. 255. Ich nenne auch diejenigen Abtheilungen der Thermometer willkührlich, wenn gleich ein oder sogar zwei feste Punkte dabei angenommen, der Raum aber zwischen diesen zwei festen Punkten in eine willkührliche Anzahl Grade abgetheilt ist. Es gehören deßwegen noch die fünf

folgenden Thermometer unter diejenigen, die eine willkührliche Abtheilung haben.

Das neutonische Leinölthermometer hat seine Null auf dem Eispunkt und zählt bis zur Hitze des kochenden Wassers 34 Grade.

§. 256. D. Hales hat sein Weingeistthermometer vom Eispunkt, wo er Null setzt, bis zum Siedpunkt in 180 Grade abgetheilt.

§. 257. Das Thermometer von Fowler, gleichfalls aus Weingeist, hat seine Null bei dem Mittelmäßigen, welches auf 7, 64 Grad des 80theiligen Weingeistthermometers fällt, und die Hitze des kochenden Wassers wird durch den [illegible]osten Grad angezeigt.

§. 258. Das Thermometer des Hrn. dü Crest ist in unsern Gegenden, durch den Hrn. Mechanikus Brander in Augsburg, in Vieler Hände gekommen, und findet noch immer seine Liebhaber. Es verdient deßwegen eine genauere Beschriebung.

Die Null dieses Thermometers gibt die Temperatur des Kellers der Sternwarte zu Paris an. Bis zum Siedpunkt, welcher bei der Barometerhöhe von 27''. 9'''. genommen wird, befinden sich 100, und bis zur Kälte des Wassers im Eis 10, 4 Grade unter der Null.

Es ist die Skale dieses Thermometers etwas beschwerlich zu zeichnen; weil das Mittelmäßige der Erden, oder die Nulle, erst durch die Theilung vom Eis- bis zum Siedpunkt gesucht werden muß. Diesen Raum aber muß man in 110, 4 Grade theilen, welches eine gar unschickliche Zahl ist. Die Barometerhöhe von 27''. 9'''. kann man auch nicht allezeit und an manchen Orten gar

nicht bekommen. Kann man nun diese Barometerhöhe nicht erhalten, so nehme man an deren Statt 27″. 2‴. so hat man bei dieser Barometerhöhe den 99sten Grad. Folglich bekommt man vom Eis= bis zum Siedpunkt: 99 + 10, 4 = 109, 4 Grade.

Nun muß man von 109, 4, 1, 4 Grad wegnehmen, welches man auf folgende Art leicht erhalten kann. Man messe mit einem verjüngten Maaßstab den Raum vom Eis= bis Siedpunkt, dieser betrage z. B. 1000 Theile des Maaßstabs. Dann macht man die Proportion:

109, 4 : 1000 = 1, 4 : 12, 83 = 12¾.

Diese 12¾ Theile des Maaßstabs sind gleich 1, 4 Grad. Diese trägt man über den Eispunkt, so bleiben noch 108 Grade zum Theilen übrig, mit denen man bald fertig wird, wenn man den übrig gebliebenen Raum erstlich in 4 Theile, jeden davon in 3, jeden deren wieder in 3, und jeden dieser nochmal in 3 Theile theilt. 3. 3. 3. 4 = 108.

Neunundneunzig solche Grade werden vom Siedpunkt heruntergetragen, so bekommt man die Null oder die Temperatur des Kellers der pariser Sternwarte, auf 10, 4 Grad unter der Null fällt der Eispunkt. Die übrigen Grade unter dem Eispunkt laufen dann eben so fort. Über den 99sten Grad setzt man noch einen Grad, so gibt der 100ste Grad die Hitze des kochenden Wassers bei der Barometerhöhe von 27″. 9‴.

§. 259. Unter die Thermometer, die eine willkührliche Abtheilung haben, gehört, wie ich gänzlich dafür halte, auch das beliebte fahrenheitische Quecksilberthermometer. Es ist von der Kälte, die mit Salmiak und Eis gemacht wird, bis zur Hitze des, bei 27 Zoll Barometerhöhe, ko=

chenden Wassers in 212 Grade abgetheilt. Will man dieses Thermometers Skale zeichnen, so bemerke man an ihm die Kälte des schmelzenden Eises; theile den Raum von da an, bis zum Siedpunkt, in 180, und trage 32 dergleichen Theile unter den Eispunkt; so hat man die fahrenheitische Null und die 212 Grade bis zum Siedpunkt *).

§. 260. Ich komme jetzt auf diejenigen Thermometer, deren Abtheilungen ein künstlicheres Ansehen, im Grunde aber auch weiter nichts, als dieses künstlichere Ansehen zum Voraus haben. Hr. von Reaumur, Hr. de l'Isle und Hr. Christie sind auf den Gedanken gekommen, die Abtheilung des Thermometers also einzurichten, daß jeder Grad derselben einen gewissen bestimmten Theil der Ausdehnung des Weingeists oder Quecksilbers anzeigt. Ich werde, um dieses zu erläutern, die Bemühungen dieser drei Gelehrten in dieser Sache etwas umständlich erzählen müssen.

§. 261. Der Hr. von Reaumur hat sein Verfahren mit dem Thermometer im Jahr 1730 der königl. pariser Akademie vorgelegt. Seine Abhandlung stehet im achten

---

*) Am leichtesten kommt man davon, wenn man auf der einen Seite des Thermometers die 80theilige reaumurische Skale zuerst zeichnet und auf der andern die fahrenheitische. Denn weil 4 reaumurische Grade 9 fahrenheitischen gleich kommen; so darf man bei jedem 4ten reaumurischen Grad nur die Linie hinüber auf die fahrenheitische Abtheilung ziehen, und jeden dieser Räume in 9 Grade abtheilen.

Theil der physischen Abhandlungen der Akademie, nach der deutschen Übersetzung.

Er nahm große Kugeln und weite Röhren zu seinen Thermometern. Die Kugeln hatten 3—4 Zoll im Durchmesser, und die Röhren waren 3 Linien weit. Hierauf verfertigte er sich verschiedene kleinere und größere Gefäßchen, ungefähr auf die Art, wie ich §. 240 beschrieben habe. Unter diesen suchte er sich eines aus, welches so groß war, daß 1000 derselben, mit Wasser angefüllt, die Kugel und den 5ten Theil der Röhre anfüllten. Zur Erleichterung dieses Geschäfts suchte er sich zwei größere Gefäßchen aus, deren eines 10 und das andere 100 kleine Gefäße in sich faßte.

§. 262. Wenn das Thermometer mit den 1000 Theilen Wasser angefüllt war, so bezeichnete er mit einem Faden den Stand des Wassers in der Röhre. Hierauf befestigte er das Thermometer auf ein Brett, und goß noch nach und nach 80 kleine Gefäßchen Wasser hinzu. Beim Eingießen eines jeden Gefäßchens Wasser bemerkte er auf der Skale, um wie viel die Säule vermehrt worden. Dieses gab ihm die Grade, deren jeder einen bestimmten Theil der Ausdehnung des Flüssigen, womit das Thermometer gefüllt wurde, anzeigte. Z. B. die Masse in der Kugel und im 5ten Theil der Röhre war 1000, folglich die darauffolgenden Grade 1001, 1002, 1003 ꝛc.

§. 263. Wenn die Kugel und Röhre auf besagte Art abgemessen und die Skale verfertigt war, lerrte er das Wasser aus und füllte das Thermometer mit Weingeist. Dann füllte er einen blechernen Becher, in welchem die Thermometerkugel gut Raum hatte, mit Wasser,

stellte das Thermometer darein, und umgab den Becher mit geschabtem Eis und Salz. Wenn das Wasser im Becher gefror, so bemerkte er, ob der Weingeist über oder unter dem Faden stehe, welcher durch 1000 Gefäßchen Wasser gefunden worden war. Er nahm nun vom Weingeist so lange hinweg oder setzte hinzu, bis der Saft des Thermometers, so lange es im eingefrornen Wasser stund, genau auf dem Faden hielt. Damit war das Thermometer fertig und konnte versiegelt werden.

§. 264. Wenn diese Thermometer harmonisch mit sich selbst seyn sollten, so müßte der Weingeist, mit dem sie gefüllt würden, bei jedem Thermometer einerlei Ausdehnung haben. Der Hr. von Reaumur suchte also auch diesen Punkt zu berichtigen. Er vermischte 5 Theile Weingeist mit 1 Theil Wasser *). Diesen that er in eine kleine Flasche mit einem etwas engen Hals und hielt dann die Kugel der Flasche in siedendes Wasser. Wenn der Weingeist anfing in der Röhre zu kochen, so nahm er die Flasche ein wenig aus dem siedenden Wasser, damit sich die Blasen des kochenden Weingeists verloren, und er den Stand seiner Ausdehnung bezeichnen konnte. Hierauf

*) Hr. du Crest und der Verf. der memoires sur la reforme des Therm. etc. sagen, der Hr. von Reaumur habe 4 Theile Weingeist und 1 Theil Wasser genommen. Es ist aber unrichtig. Eigentlich finden sich bei der Mischung des reaumurischen Weingeists, nach der Rechnung, die Hr. von Reaumur in der angeführten Abhandlung von Seite 656 folgg. angibt, 3 Theile Wasser und 17 Theile Weingeist.

brachte er auch die Flasche in das Eis, §. 263, und bemerkte seine Verdichtung. Hierdurch fand er nun, daß sich sein Weingeist, den er ein für allemal festsetzt, vom Eis, bis zum Siedpunkt um 80 Theile erweitere, wenn in der Flasche 1000 Theile befindlich sind.

Daher kommt es nun, daß der Hr. von Reaumur, ob er gleich seine wirklichen Thermometer nie in das siedende Wasser gebracht, sondern das siedende Wasser nur als ein Mittel gebraucht hat, die Ausdehnung seines Weingeists dadurch zu finden und zu bestimmen, den 90sten Grad seines Thermometers für die Hitze des kochenden Wassers angibt.

§. 265. So sinnreich dieses Verfahren des Hrn. von Reaumur war, so sehr ist zu bedauern, daß dieser Gelehrte nicht die erwünschten Früchte davon einerndten konnte. Denn sein Thermometer hatte zu viele Fehler, als daß es den allgemeinen Beifall und einen fortdauernden Werth hätte finden können.

Ich will nichts sagen von der Unbequemlichkeit der großen Kugeln, durch welche das Thermometer sehr unempfindlich wird; da man dieses Thermometer gar bequem auch mit kleinen Kugeln machen könnte.

Ingleichen will ich nicht der Unbequemlichkeit gedenken, die mit dem Abmessen der Kugel und Röhre, wie ich §. 261—263 angeführt habe, verknüpft ist, da diese zwei Unbequemlichkleiten verschwinden würden, wenn man, anstatt der reaumurischen Art, diejenige gebrauchen wollte, die ich §. 257 angegeben habe.

§. 266. Einen weit beträchtlichern Fehler gab diesem Thermometer der vom Hrn. von Reaumur erwählte

Eispunkt. Dieser ist gar zu unbeständig. Die Kälte, welche das Eis und Salz hervorbringt, theilt sich dem Eis im Becher, §. 263, im großen Grad mit. Ich habe gefunden, daß er um mehr als 7 Grade größer oder geringer seyn kann, je nachdem der Becher, in welchem das Wasser zu gefrieren angefangen hat, lange oder kurze Zeit in dem Eis- und Salzgemenge gestanden. Vermuthlich hat Hr. von Reaumur das Eis im Becher nur ganz wenig anschießen lassen, und hat verhütet, daß die Kugeln seiner Thermometer nicht unmittelbar vom Eis ergriffen, sondern noch mit Wasser umgeben waren. So erkälteten sich seine großen Kugeln ohnehin sehr spät, und dadurch erhielt er vermuthlich, daß seine Thermometer nicht viel tiefer fielen, als sie im schmelzenden Eis würden gethan haben. Indessen war sein Eispunkt allezeit sehr unsicher; welches eine der Hauptursachen gewesen seyn mag, warum die nach reaumurischen Grundsätzen verfertigten Thermometer nicht besser zusammengetroffen haben.

§. 267. Einen noch weit größern Fehler hatte das reaumurische Weingeistthermometer, in Ansehung des dazu gebrauchten Weingeistes. Thermometer, nach diesen Grundsätzen verfertigt, müssen alle mit einem Weingeist gefüllt werden, der genau die vorgeschriebene Ausdehnung hat. Ob nun gleich der Hr. von Reaumur sich bemüht hat, dieses zu leisten, so vereitelte doch seine hiebei angewandte Methode seinen Endzweck.

1) Er kochte den Weingeist, dessen Ausdehnung er untersuchen wollte, in einer Flasche mit einem engen Hals. Dieser war noch weit genug, daß der Weingeist

darin wirklich kochen, Blasen werfen und aufwallen konnte. Nun weiß man aus den Versuchen des Hrn. de Luc, die ich von §. 108—115 angeführt habe, daß ein in freier Luft kochendes Flüssiges durch das Aufwallen einen großen Theil seiner Hitze verliert, und sich nicht so stark ausdehnen kann, als wenn es in eine enge Röhre eingeschlossen wäre, in der es nicht aufwallen kann.

Zwar hätte dieses im gegenwärtigen Fall nichts zu bedeuten, wenn man nur versichert wäre, daß man die Sache einmal treffen werde, wie das anderemal. Aber wenn der Hals der Flasche einmal enger ist, als das anderemal, so nimmt der Weingeist im ersten Fall eine größere Hitze an, als im andern, und zeigt folglich eine andere Ausdehnung.

2) Damit Hr. von Reaumur bestimmen konnte, wie hoch der Weingeist in dem Hals der Flasche gestiegen sei, mußte er die Flasche aus dem Wasser nehmen und das Blasenwerfen aufhören lassen. In diesem Fall aber konnte die Flasche sich einmal mehr erkälten, als das anderemal, und die Ausdehnung des Weingeists wieder verschiedentlich angegeben werden.

§. 268. Diese §. 266, 267 angeführten Fehler konnten dann leicht beträchtliche Fehler an dem reaumurischen Weingeistthermometer verursachen. Diese waren auch wirklich da. Es war bald die allgemeine Klage, daß die Weingeistthermometer des Hrn. von Reaumur, deren auch der Hr. Abt Nollet etliche Tausend verfertigte, gar übel mit einander harmonirten.

Der Hr. dü Crest hat etliche Thermometer, die der Hr. von Reaumur selbst verfertigt hatte, in das siedende

Wasser gestellt, und hat gefunden, daß das eine darin auf 105½, das andere auf 110¾ und das dritte auf 115½ Grad gestiegen sei. Da diese drei Thermometer unter sich so sehr verschieden waren, so muß entweder beim Abmessen der Kugel und Röhre, §. 261, 262, ein beträchtlicher Fehler vorgegangen seyn, oder, welches noch wahrscheinlicher ist, der Weingeist eines jeden dieser drei Thermometer muß eine andere Ausdehnung gehabt haben.

§. 269. Ich muß das reaumurische Weingeistthermometer einen Augenblick verlassen, um hier die Gelegenheit, die dem jetzt so berühmten reaumurischen Quecksilberthermometer seinen Ursprung gegeben hat, anzuführen. Der Hr. Abt Nollet verfertigte, unter der Aufsicht des Hrn. von Reaumur, sehr viele Weingeistthermometer. Es fiel ihm nun ein, auch Quecksilberthermometer zu machen, und diesen eben eine solche Abtheilung zu geben, wie das reaumurische Weingeistthermometer hatte. Deßwegen verglich er das Quecksilber- nach dem Weingeistthermometer. Dieses geschahe aber nur in den niedrigen Graden, weil man damals immer glaubte, die Weingeistthermometer könnten die Hitze des kochenden Wassers nicht aushalten. Wenn denn nun der Hr. Abt Nollet das Quecksilberthermometer in das siedende Wasser brachte, so bemerkte er, daß es höher, als auf 80 Grade, die Hr. von Reaumur für die Ausdehnung des Weingeists angegeben hatte, steige. Dieses betrug (wenn man die untern, nach dem Weingeistthermometer auf das Quecksilberthermometer getragene und freilich sehr fälschlich von gleicher Größe angenommene Grade bis zur Hitze des kochenden Wassers hinauftrug) öfters 5—6 Grade. Hr. Abt

Nollet wußte nicht, wie er dieses reimen solle, weil ihm noch unbekannt war, theils daß der reaumurische 80ste Grad noch nicht die Hitze des kochenden Wassers sei, theils weil er nicht wußte, daß der Weingeist einen andern Gang und Ausdehnung habe, als das Quecksilber. Er nannte deßwegen die 5—6 Grade, um welche das Quecksilberthermometer im siedenden Wasser über den 80sten Grad kommt, un excés non de chaleur, mais de dilatation du mercure dans l'eau bouillante. Siehe dessen Art des experiences tom. 3. pag. 180.

Weil man mit dem Weingeistthermometer des Hrn. von Reaumur immer weniger zufrieden war, so bekam das Quecksilberthermometer bald den Vorzug. Und weil Hr. Abt Nollet die im siedenden Wasser über den 80sten Grad gehenden 5 — 6 Grade ohnehin nur einen Überschuß nannte, so trug man um so weniger Bedenken, sie gar wegzulassen und den Raum vom Eis- bis zum Siedpunkt geradezu auch in 80 Grade einzutheilen. Man sieht hieraus, daß der Hr. von Reaumur an diesem Quecksilberthermometer, welches seinen Namen trägt, wenig Theil hat; ob er es gleich in einem memoire, welches er der Akademie vorlegte, billigt.

§. 270. Ich komme auf das Weingeistthermometer des Hrn. von Reaumur wieder zurück. Weil mit diesem Thermometer viele Beobachtungen gemacht worden waren, so haben sich verschiedene Gelehrte bemüht, es wieder herzustellen. Von den Bemühungen des Hrn. dü Crest habe ich §. 268 gehandelt. Es ist aber damit nicht viel gewonnen worden. Man sieht höchstens daraus, daß die reaumurischen Weingeistthermometer unter sich sehr

von einander abweichen. Hr. Martin in seiner dissertation sur la chaleur war hierin nicht glücklicher.

Hr. de Luc scheint die Sache genauer getroffen zu haben. Der Hr. von Reaumur gab an, daß an seinem Weingeistthermometer die Wärme des menschlichen Körpers auf 32 — 32½ Grad, die Temperatur des Kellers der Sternwarte zu Paris auf 10¼ Grad und die Kälte eines Gemengs von 2 Theilen Eis und 1 Theil Kochsalz auf 15 Grad unter dem Eispunkt falle.

Deßwegen verfertigte er ein Thermometer, welches mit 5 Theilen Weingeist und 1 Theil Wasser gefüllt war, und suchte an demselben diese bemeldten 3 Punkte durch unmittelbar angestellte Versuche. Wenn er nun den Raum von der künstlichen Kälte mit Eis und Salz bis zur Wärme des menschlichen Körpers in 15 + 32½ — 47½ Grade theilte, so fiel die Null 0, 8 Grad unter den Eispunkt, den man durch das schmelzende Eis bekommt; die Temperatur des Kellers der Sternwarte traf genau auf 10¼ Grad, und im kochenden Wasser stieg das Thermometer auf den 100, 4 Grad.

Ich habe an einem Weingeistthermometer, welches sich vom Eis- bis zum Siedpunkt von 1000 — 1101 ausdehnte, diese Versuche des Hrn. de Luc sorgfältig nachgemacht. Wenn ich die Kälte des künstlichen Frostes zu 15 Graden, die Temperatur des Kellers der Sternwarte zu 10¼, die Wärme des menschlichen Körpers zu 32½ Graden annahm, und nach diesen Punkten, die ich an meinem Thermometer durch unmittelbare Erfahrungen bestimmt hatte, die Grade zeichnete, so fiel die Null, wie bei Hrn. de Lucs Versuch, 0, 8 Grad unter die Kälte des schmelzenden Eises, und der Siedpunkt auf 101, 8 Grad.

§. 271. Es ist zu verwundern, daß der Verf. der memoires sur la reforme des Therm., der in dieser Sache an dem Hrn. de Luc einen so guten Vorgänger gehabt hat, doch wieder auf keinen geringen Abweg gerathen ist. Ich will seine Bemühungen kürzlich anführen.

Er dringt hauptsächlich darauf, das Weingeistthermometer nach den von Hrn. von Reaumur vorgeschriebenen Grundsätzen zu verfertigen, dabei aber die Fehler, die der Hr. von Reaumur entweder nicht kannte, oder nicht zu verbessern wußte, zu vermeiden. Deßwegen empfiehlt er:

1) Kleinere Kugeln zu den Thermometern zu nehmen, als der Hr. von Reaumur gebrauchte.

2) Schlägt er einen gedoppelten Weg vor, wodurch das Abmessen der Kugel und Röhre bewerkstelligt werden könne. Nämlich einmal mit den gewöhnlichen reaumurischen Gefäßchen, von denen man ein solches erwählen soll, daß 10 derselben die Kugel und den 5ten Theil der Röhre, wohin man den Eispunkt zu setzen habe, das 11te Gefäßchen aber den übrigen Theil der Röhre anfülle. An diesem Ort, wo die Säule, die durch das 11te Gefäßchen erhalten wird, aufhört, setzt er den Siedpunkt. Er nimmt zu diesem Abmessen, anstatt des Wassers, Quecksilber. Die andere Art, die der Verfasser zur Abmessung der Kugel und Röhre gebraucht, ist genau eben diese, die ich bei dem Salmiakgeistthermometer, §. 257, beschrieben habe. Nur vergißt der Verfasser in beiden Fällen das mit Quecksilber gefüllte und entweder mit den Gefäßchen gemessene, oder durch eine Wage abgewogene Thermometer jedesmal in schmelzendes Eis zu setzen, wodurch noth-

wendig Unrichtigkeiten entstehen müssen, weil sich das Quecksilber unter der Arbeit ausdehnt.

§. 272. 3) Vermischt er den Weingeist so lange mit Wasser, daß seine Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt sich verhält, wie 1000 zu 1100. Sein abgemessenes und abgewogenes Thermometer gibt ihm dieses Maaß an. Deßwegen füllt er es mit seinem Weingeist, und richtet es so ein, daß, wenn das gefüllte Thermometer im schmelzenden Eis steht, die Säule desselbigen sich genau auf dem untern Faden endige. Hierauf bringt er das versiegelte Thermometer in siedendes Wasser, und wenn der Saft genau bis auf den obern Faden steigt, so ist das Ausdehnungsverhältniß des Weingeists, wie 1000 zu 1100. Kommt aber der Saft über oder unter den obern Faden, so muß er im ersten Fall noch mehr Weingeist und im andern Fall noch mehr Wasser zu seinem Weingeist mischen.

Da aber der Verfasser hiebei die Rechnung nicht anwendet, die ich §. 238, 239 gegeben habe, die ihm doch vom Hrn. von Reaumur aus der angeführten Abhandhandlung bekannt seyn mußte, so erschwert er dieses Geschäft außerordentlich, und setzt sich in die Nothwendigkeit, sehr viele vergebliche Versuche vorzunehmen.

§. 273. Wenn das Thermometer mit dem Weingeist, der die verlangte Ausdehnung hat, angefüllt ist, so nimmt er viertens, anstatt des unsichern reaumurischen Gefrierpunkts, zu seinem Gefrierpunkte die Kälte des schmelzenden Eises, und theilt den Raum vom Eis- bis zum Siedpunkt in 100 Grade, damit ein jeder Grad $\frac{1}{1000}$ der Ausdehnung der Masse des Weingeists anzeige.

Von dem Fehler, den der Verfasser beim Zuschmelzen seiner Thermometer und bei Suchung des Siedpunkts begeht, habe ich schon im Anhang zum vierten Kapitel geredet.

§. 274. Ich habe genau nach diesen Grundsätzen, die der Verf. der memoires etc. vorschreibt, ein Weingeistthermometer verfertigt.

Die Wärme des menschlichen Körpers, welche der Hr. von Reaumur auf 32—32½ Grad setzt, fällt nach diesem Thermometer auf den 31sten Grad.

Die Temperatur des Kellers der Sternwarte, die an dem reaumurischen Weingeistthermometer 10¼ Grad beträgt, wird an diesem Thermometer durch 9, 3 Grad angegeben.

Und die Kälte eines Gemengs von 2 Theil Eis und 1 Theil Salz, die nach dem reaumurischen Weingeistthermometer 15 Grad unter dem Eispunkt ist, zeigt an dem Thermometer des Verf. der memoires 15, 8 Grad unter dem Eispunkt.

§. 275. Hier haben wir also drei Punkte, die der Hr. von Reaumur als eine Probe angegeben hat, nach welchen die Richtigkeit seines Thermometers beurtheilt werden sollte, von deren jedem aber das Thermometer des Verfassers ungefähr einen ganzen Grad unterschieden ist.

Kann also der Verfasser sagen, daß er das alte reaumurische Weingeistthermometer wieder hergestellt habe? Ist sein Thermometer nicht ein ganz neues und von dem alten reaumurischen sehr weit unterschieden? Und warum will man denn immer mehr neue Thermometer aufbringen, da man deren ohnehin schon genug hat, und mit

jedem neuen Thermometer eine neue Beschwerlichkeit und neue Verwirrung verursacht wird? Ich glaube daher, ein jeder Vernünftiger werde den schmeichelhaften Vorstellungen des Verfassers so wenig Gehör geben, als die königl. Akademie zu Paris.

§. 276. Was der Hr. von Reaumur mit dem Weingeistthermometer gethan hat, das nahm der Hr. de l'Isle, Professor zu Petersburg, im Jahr 1733 mit dem Quecksilberthermometer vor. Er richtete die Abtheilung desselben also ein, daß ein Grad des Thermometers $\frac{1}{10,000}$ Theil von der Ausdehnung des Quecksilbers betrug. Zu dem Ende nahm er ein Thermometer mit einer sehr großen Kugel, und suchte die Sache also einzurichten, daß, bei einer gewissen festgesetzten Temperatur, von 10, 000 Gran Quecksilber die Kugel und ganze Röhre angefüllt wurde. Dann stellte er das Thermometer in siedendes Wasser, und ließ so viel Quecksilber herauslaufen, als konnte. Dieses sammelte er entweder, oder fand sein Gewicht, indem er das zurückgebliebene Quecksilber nochmal wog, und dadurch fand, wie viel ihm an 10, 000 Granen fehlte. Hierauf brachte er das Thermometer wieder in die erstere festgesetzte Temperatur und bemerkte darin seinen Stand. Gesetzt nun, es wären 100 Gran Quecksilber herausgelaufen, so theilte er den leergewordenen Raum der Röhre in 100 Grade; setzte aber die Nulle an das Ende der Röhre, weil sie im siedenden Wasser ganz voll Quecksilber war und zählte die Grade herabwärts. Er hatte also an seinem Thermometer nur einen einzigen festen Punkt. Es wäre zu wünschen, daß er angezeigt hätte, theils bei welcher Baro-

meterhöhe er sein Thermometer in das siedende Wasser gestellt, theils auf welchen Grad seines Thermometers die Kälte des schmelzenden Eises gefallen sei.

Ehe ich mein Urtheil über dieses Thermometer geben kann, muß ich erinnern, daß man jetzt in Rußland bei Verfertigung dieses Thermometers nicht mehr so künstlich und mühsam zu Werke geht, sondern, wie Hr. de Luc aus dem Zeugniß einiger nach Rußland Reisenden anführt, den Raum vom Sied- bis zum Eispunkt herab blos in 150 Grade theilt.

§. 277. Hr. Christin in Lyon verfertigte ein ähnliches Quecksilberthermometer. Deßwegen werde ich es dem de l'Isleschen gleich an die Seite setzen. Hr. Christin fand, daß sich das Quecksilber vom Eis- bis zum Siedpunkt bei der Barometerhöhe von 28 Zoll, von 66 — 67 oder von 6600 — 6700, ausdehne. Weil er nun bei diesem Verhältniß genau 100 Theile Ausdehnung fand; so theilte er den Raum vom Eis- bis Siedpunkt in 100 Grade ein.

§. 278. So künstlich und gelehrt diese Abtheilung der Thermometer, die man nach dem Verhältniß der Ausdehnung des dazu gebrauchten Flüssigen einrichtet, scheinen; so ist doch, im Grund betrachtet, dieses Verfahren sehr willkührlich, dabei beschwerlich und unsicher.

Ich sage, es sei ein willkührliches Verfahren; z. B. Hr. Christin gebraucht das Verhältniß 6600 zu 6700. Das nämliche Verhältniß wird auch ausgedrückt durch die Zahl 10, 000 zu 10, 151, und durch die Zahl 5280 zu 5360. Hätte man deßwegen nicht eben so viel Recht, den Raum vom Eis- bis zum Siedpunkt in 151 oder,

nach dem dritten Verhältniß, in 80 Grade abzutheilen, da 5360 — 5280 = 80 sind?

Es ist ferner ein beschwerliches Verfahren, weil man die Kugel und Röhre der Thermometer erst sorgfältig und mühsam abmessen und abwägen muß, ehe man im Stand ist, das Thermometer zu füllen.

§. 279. Das Allerschlimmste bei diesem Verfahren ist dieses, daß es sehr unsicher ist. Man weiß, wie unrichtig das Weingeistthermometer des Hrn. von Reaumur durch dieses Verfahren ausgefallen. Die Thermometer, die nach des Hrn. de l'Isle Grundsätzen verfertigt wurden, wichen nicht mehr von einander ab. Einige bekamen vom Sied- bis zum Eispunkt 148, andere 150, andere 154, und wieder andere 156—158 Grade. Ich will die Ursachen hievon anführen; werde mich aber nur auf das Quecksilberthermometer einschränken.

§. 280. Die erste Ursache kommt von dem Abwägen oder Abmessen der Kugel und Röhre her. Ist das Gewicht und die Wage nicht außerordentlich richtig; nimmt man nicht eine sehr große Masse Quecksilber, und hütet man sich nicht sehr sorgfältig, daß bei dem ganzen Verfahren das Quecksilber immer einerlei Wärme oder Kälte erhalte, so kann man in einen Fehler verfallen, der zwar dem Anschein nach gering scheint, der aber leicht einen Fehler von etlichen Graden geben kann.

Ich habe vielfältig die Ausdehnung des Quecksilbers nach der gewöhnlichen Art, die ich §. 21 in der Anmerkung und §. 237 angegeben habe, untersucht; habe aber immer nicht ganz vollkommen einerlei Resultate bekommen können. Deßwegen erwählte ich noch eine andere Art,

die der de l'Isleschen ähnlich ist. An einer Kugel, die im Durchmesser 1 Zoll hatte, ließ ich ein Röhrchen von 1 Zoll lang. Nachdem die Kugel und die Hälfte des Röhrchens mit Quecksilber gefüllt und das Quecksilber recht gut ausgekocht war, zog ich das Ende des Röhrchens an der Flamme in eine sehr feine Spitze aus. Hierauf füllte ich den noch leeren Raum des Röhrchens durch das Verfahren §. 48 gar mit Quecksilber an. Ich ließ in dem angebrachten papiernen Trichter hinlänglich Quecksilber und setzte die Kugel mit dem Röhrchen in schmelzendes Eis. Als sie etliche Stunden darin ausgehalten hatte, nahm ich den Trichter und das darin befindliche Quecksilber hinweg. Hierauf that ich auch die Kugel aus dem Eis, sorgte aber, daß, wenn durch die darzu gekommene Wärme etwas von der feinen Spitze des Röhrchens herauslief, ich selbiges sammelte. Nun wog ich die Kugel mit dem, durch das schmelzende Eis verdichteten Quecksilber, und zog die Schwere der Glaskugel davon ab. Dann stellte ich diese mit Quecksilber gefüllte Kugel, bei der Barometerhöhe von 27 Zollen, in siedendes Wasser. Es lief dadurch aus der feinen Spitze des Röhrchens so viel Quecksilber heraus, als die Ausdehnung des Quecksilbers betrug. Als ich jetzt das zurückgebliebene Quecksilber nochmal wog und die Schwere der Kugel davon abzog, so fand ich bei mehrmal wiederholten Versuchen aus dem weniger gewordenen Quecksilber, daß seine Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedpunkt sich verhalte, wie 10, 000 zu 10, 156. Nach diesem Ausdehnungsverhältniß wurde an dem de l'Isleschen Thermometer der Eispunkt auf 153, 6, und wenn er eine gröſ-

sere Barometerhöhe als 27 Zoll angenommen hätte, welches man nicht wissen kann, wohl auf 154—155 Grade kommen.

§. 281. Eine andere Ursache, warum die gesuchte Ausdehnung des Quecksilbers verschiedentlich ausfallen kann, liegt in der Größe oder Kleine der Kugel, darin man den Versuch macht. Wenn beim Abwägen einer kleinen Kugel nur das Geringste gefehlt wird, so gibt dieses schon einen großen Unterschied in der Ausdehnung. Bei grossen Kugeln aber, wo dieser Fehler nicht beträchtlich werden könnte, ist ein anderer da. Eine große Maße Quecksilber kann unmöglich so vollkommen von der Luft gereinigt werden, als eine kleine. Aber die im Quecksilber zurückgebliebene Luft dehnt dasselbe sehr stark aus. Ich habe Versuche gemacht mit einerlei Quecksilber und in ein und derselben Kugel, habe aber das Einemal das Quecksilber nicht so gut von der Luft gereinigt, als das Anderemal. Das Quecksilber mit Luft dehnte sich dann beträchtlich stärker aus, als das von der Luft besser gereinigte.

Blos diesen zwei angeführten Ursachen schreibe ich's zu, daß die Ausdehnung des Quecksilbers von verschiedenen Gelehrten verschieden befunden worden.

§. 282. Der Verf. der memoires etc. gibt noch zwei Ursachen an. Er behauptet, es habe nicht jegliches Quecksilber einerlei Ausdehnung, weil sie nicht von jedem Gelehrten, der sie untersuchte, einerlei befunden worden. Als wenn nicht auch geschickte Männer fehlen könnten! Hr. dü Crest, der dem Quecksilber aber nicht günstig ist, hat einerlei Thermometer nach und nach mit dreierlei

Quecksilber, unter dem eines ganz verfälscht war, angefüllt, seine Ausdehnung gemessen, und sie bei dem einen genau so, wie bei dem andern, befunden. Siehe dessen kleine Schriften ꝛc. Seite 50, 51.

Ich füllte ebenfalls ein Thermometer nach und nach, erstlich mit Quecksilber, das aus dem Zinnober hergestellt war, dann mit reinem ungarischen, und endlich mit einem andern, welches durch hinzugekommenes Metall ganz verdorben war, und nachdem ich jedesmal so viel Quecksilber in die Röhren that, daß sich im schmelzenden Eis die Säule genau auf dem untern Faden endigte; so stiegen diese drei Sorten von Quecksilber im siedenden Wasser genau auf einen Punkt hin.

§. 283. Schon Hr. dü Crest l. c. Seite 55, 56, und nach ihm der Verf. der memoires etc. pag. 151 behaupten, eine große Kugel dehne sich im siedenden Wasser verhältnißmäßig lange nicht so stark aus, als eine kleine. In einer großen Kugel werde deßwegen die Ausdehnung des Quecksilbers größer angegeben, als in einer kleinen, oder in einem Cylinder.

Ich glaubte anfangs dieses selbst, weil eine Kugel, die einen noch so großen Durchmesser hat, als eine gegebene kleine, achtmal so viel körperlichen Inhalt und nur viermal so viel Fläche hat, als die kleine, deren Durchmesser nur halb so groß ist. Weil ich nun glaubte, daß sich eine große Kugel durch die Hitze nicht so viel erweitere, als eine kleine, so wollte ich durch den Unterschied, welchen eine große und eine kleine Kugel, in Ansehung der Ausdehnung des Quecksilbers hervorbringt, den Weg finden, auf welchem man erfahren könnte, um

wie viel sich eine Kugel vom Eis- bis zum Siedpunkt erweitere. Allein da ich die Sache genauer untersuchte, so fand ich, daß ich mich mit dem Hrn. dü Crest und dem Verf. der memoires in diesem Fall nicht wenig betrogen habe.

§. 284. Ich werde aus Fig. 2 dieses erst mathematisch beweisen. Anstatt der Kugeln habe ich Würfel erwählt. Denn obwohl die Würfel mehr Flächen haben, als die Kugeln, so verhält sich doch eine kleine Kugel zu einer großen eben so, wie ein kleiner Würfel zu einem großen.

Dieses vorausgesetzt, komme ich jetzt auf meinen Beweis selbst. Fig. 2 ist das kleine Quadrat. A g e c. dessen jede Seite A g. g e. e c. c A. ich zu 100 annehme. Dieses Quadrat werde durch die Hitze des siedenden Wassers vergrößert und es sei das Quadrat A f d b. daraus geworden. Die Vergrößerung einer jeden Seite A f. f d. d b. b A. betrage 1, so daß jede Seite jetzt 101 groß sei. Das Quadrat A G E C. sei noch so groß, als das kleine, und jede Seite desselben A G. G E. E C. C A. messe 200. Wenn das kleine Quadrat sich um 1 vergrößert, so verlängert sich jede Seite des großen Quadrats A G E C. bei der nämlichen Hitze um 2, folglich wird jede Seite des vergrößerten Quadrats A F D B, nämlich A F. F D. D B. B A. = 202.

Jetzt wollen wir diese 4 Quadrate und dann auch die 4 Würfel berechnen.

die □ Fläche des □ a g e c ist = 10, 000.
die □ Fläche des □ a f d b ist = 10, 201.
die □ Fläche des □ A G E C ist = 40, 000.
die □ Fläche des □ A F D B ist = 40, 804.

der Würfel des □ a g e c ist = 1, 000, 000.
der Würfel des □ a f d b ist = 1, 030, 301.
der Würfel des □ A G E C ist = 8, 000, 000.
der Würfel des □ A F D B ist = 8, 242, 408.

Nun enthält der Würfel des □ A F D B. acht Würfel, deren jeder so groß ist, als der Würfel des Quadrats a f d b. dividirt man daher 8, 242, 408 durch 8, so bekommt man 1, 030, 301, und eben so groß ist der durch die Hitze vergrößerte Würfel des Quadrats a f d b. Daher hat sich der große Würfel, ob sich gleich jede seiner Flächen durch die Hitze nur noch so viel vergrößert hat, als die Flächen der kleinern, doch in Ansehung seines körperlichen Inhalts um achtmal so viel erweitert, als der kleine. Folglich erweitert sich eine große Kugel durch die Hitze nicht weniger, als eine kleine, und man kann, ohne eine Verschiedenheit der Ausdehnung des Quecksilbers befürchten zu dürfen, in Ansehung dieses Punkts, ohne Unterschied große und kleine Kugeln, auch sogar Cylinder zu Thermometern gebrauchen; wenn nur bei jedem derselben einerlei Glasart befindlich, indem die eine Glasart sich freilich mehr ausdehnt, als die andere.

§. 285. Das, was mir erst die Meßkunst angab, bestätigte ich durch Erfahrung. Ich füllte eine Barometerröhre, die 16 Zoll lang und 3 Linien weit war, kochte sie, wie ein Barometer, sehr sorgfältig aus, und verfuhr im Übrigen eben so damit, wie mit der Kugel §. 280. Das Quecksilber dehnte sich darin vom Eis- bis zum Siedpunkt genau so weit aus, als ich bei der Kugel, §. 280, gefunden habe, nämlich von 10, 000 bis 10, 156.

§. 286. Ich werde dieses Kapitel mit der Beschreibung derjenigen Skale endigen, von welcher ich schon §. 210 geredet habe. Ich wünsche sogar, daß dieses die einzige seyn möchte, die man in Zukunft dem Weingeistthermometer beilegte, nämlich eine Skale, wodurch die Grade des reaumurischen Quecksilberthermometers durch das Weingeistthermometer vollkommen richtig angezeigt werden.

Wie die Grade des reaumurischen Quecksilberthermometers an dem Weingeistthermometer ausfallen, habe ich, nach des Hrn. de Luc und meiner Erfahrung, §. 214 gezeigt. Wenn man daher ein Weingeistthermometer hat, an welchem der Eis- und Siedpunkt bemerkt ist, so darf man nur auf der einen Seite der Abtheilung den Zwischenraum in 80 gleiche Grade theilen; dann die Punkte, die entweder nach meiner oder nach des Hrn. de Luc Erfahrung jedem 5ten Grad des Quecksilberthermometers an dem Weingeistthermometer gleich kommen, auf der andern Seite der Abtheilung bemerken, und endlich jeden Raum von einem Punkt zum andern in 5 gleiche Grade theilen; so wird das Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer harmoniren.

§. 287. Weil man aber die Grade der großen Hitze zu den täglichen Beobachtungen nicht nöthig hat, und ein Weingeistthermometer, welches ohne Siedpunkt verfertigt wird, mit weniger als halber Mühe und Kosten gemacht werden kann, so empfehle ich sonderlich diejenigen Weingeistthermometer, die nur 40 Grade über und 20 Grade unter dem Eispunkt anzeigen, zu gegenwärtigem Endzwecke. Diesen setze ich die Salmiakgeistthermometer,

§. 247, an die Seite, daß man deßwegen zu gegenwärtigem Endzweck die einen, statt der andern, erwählen kann.

Daß auch diese Sorte von Thermometern gleich weite Röhren haben müsse, versteht sich von selbsten.

Die Größe der Kugeln für diese Thermometer wird bestimmt, wenn man die ganze Röhre mit Quecksilber anfüllt, es abwiegt, und bei Weingeistthermometern der Kugel 8½, hingegen bei Salmiakgeistthermometern der Kugel 10mal so viel Inhalt gibt, als die ganze Röhre hat. Solche Thermometer sind im Stande, 60 Grade über und 20 Grade unter dem Eispunkt anzuzeigen.

Das Zuschmelzen dieser Thermometer wird nach §. 72, 73 verrichtet. Wenn der Weingeist sich seiner Luft entledigt hat, bricht man die Röhre wieder auf und schmelzt sie zum Letztenmal zu, wenn der Saft 1 Zoll unter dem Ende der Röhre steht.

§. 288. Wenn der Eispunkt an ihnen bezeichnet ist, muß man sie nebst einem Quecksilberthermometer mit einer etwas großen Kugel, an welchem der 40ste reaumurische Grad mit einem seidenen Faden bemerkt worden, in ein warmes Wasser bringen. Man beobachtet dabei die Regeln, die ich im achten Kapitel angegeben habe, und sucht insonderheit die Wärme des Wassers lange zu unterhalten. Wenn die Säule des Quecksilberthermometers auf den 40sten Grad oder dem Faden kommt, so bemerkt man auch den Stand des Weingeist- oder Salmiakgeistthermometers mit einem Faden, der zuvor schon, ungefähr an diesem Ort, wo der Saft hinfallen konnte, angebracht ist.

§. 289. Nach §. 214 kommt der 40ste reaumurische Grad nach des Hrn. de Luc Erfahrung mit dem 35, 1 Grad, und nach meiner Beobachtung mit dem 34, 7 Grad der 80theiligen gleichen Abtheilung des Weingeistthermometers überein. Der 20ste reaumurische Grad unter dem Eispunkt trifft auf den 14, 5 Grad der 80theiligen Abtheilung des Weingeistthermometers.

Ich kann niemand ansinnen, die Resultate meiner Beobachtung anzunehmen und die von Hrn. de Luc angegebenen zu verlassen. Ein jeder wähle diejenigen, die ihm die richtigsten scheinen. Ich werde mich gegenwärtig an die meinigen halten, ohne deßwegen die de Lucschen zu verachten, oder für fehlerhaft anzusehen. Siehe §. 216, Nr. 4.

Durch die Verdichtungen, die ich der Tabelle §. 214 beigefügt habe, ist man im Stande, die verlangte Abtheilung leichtlich zu verfertigen. Wann das reaumurische Thermometer 5 Grade über dem Eispunkt steht, so befindet sich das Weingeistthermometer auf 3, 9, die zweite Verdichtung des Weingeists bei den folgenden 4 Graden des Quecksilberthermometers ist 4, 0, die dritte 4, 3, die vierte 4, 3, die fünfte 4, 4, die sechste 4, 4, die siebente 4, 6, die achte 4, 8. Unter dem Eispunkt ist die erste Verdichtung des Weingeists, die 5 Graden des Quecksilberthermometers zukommt, 3, 9, die zweite 3, 7, die dritte 3, 6, die vierte 3, 4.

§. 290. Man dürfte deßwegen nur den Raum an dem Weingeistthermometer zwischen den zwei Fäden, von denen der untere den Eispunkt und der obere den 40sten reaumurischen Grad anzeigt, in 34, 7 Theile abtheilen,

und vom Eispunkt an, nach und nach 39, 40, 43 u. s. w. Theile hinauftragen, so würde man die verlangte Abtheilung bekommen.

Weil aber dieses Geschäft zu mühsam ist, so kann man es durch einen verjüngten Maaßstab erleichtern. Man mißt mit demselben den Raum zwischen den zwei Fäden, die am Weingeistthermometer befestigt sind. Dieser ist gleich 347. Man fände ihn aber auf dem Maaßstab gleich 554, so sagt man:

Wie sich verhalten 347 zu 554, so verhalten sich 39, 40, 43 u. s. w. Siehe §. 289.

Man sieht leicht ein, daß, so oft man eine solche Abtheilung verfertigen will, man den Ansatz und die Rechnung 12mal, nämlich bei jeden 5 Graden wieder von Neuem machen müsse. Indessen ist dieses doch bald geschehen, und wer nicht viel solcher Abtheilungen zu verfertigen hat, kann sich mit dieser Art behelfen.

Das Resultat einer jeden dieser 12 Rechnungen, für jede 5 Grade, gibt die Anzahl Theile des verjüngten Maaßstabs an, die mit dem Zirkel abgenommen und auf das Bret des Thermometers nach und nach getragen werden müssen. Hat man auf diese Weise die Theilung seines Thermometers von 5 zu 5 Graden bekommen; so theilt man jeden der Räume, der 5 Grade bedeutet, in 5 gleiche Theile.

§. 291. Der Hr. de Luc hat die Verfertigung dieser Abtheilungen noch mehr erleichtert. Siehe dessen Untersuchung ꝛc. §. 458 u—z. Er hat eine Tabelle vorgeschlagen, von welcher ich Fig. 3 einen Theil gezeichnet habe, und deren Verfertigung und Gebrauch ich jetzt beschreiben will.

Man überleime ein Reißbrett, welches ungefähr 15 Zoll lang und 10 Zoll hoch seyn muß, mit Papier. Auf dieses ziehe man (Fig. 3) die Linie o o, mache sie aber etwas über 1 Schuh lang. An den beiden Enden derselben richte man die senkrechten Linien, A B, D C, auf. Nun muß man zwei verjüngte Maaßstäbe haben, auf deren einem 350 Theile ungefähr 2 Zoll und auf dem andern 350 Theile ungefähr 5 Zoll messen. Auf die Linie A B trägt man mit einem Zirkel über o, oder den Eispunkt, nach und nach 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 49 und unter o gegen B. 38, 37, 36, 34 Theile des kleinen Maaßstabs. Bei der Linie D C. macht man es eben so, nimmt aber die Theile von dem großen Maaßstab. Will man die von mir gefundenen Verdichtungen anstatt der de Lucschen nehmen; so kommen über den Eispunkt 39, 40, 43, 43, 44, 44, 46, 48 und unter den Eispunkt 39, 37, 36, 34 Theile der Maaßstäbe.

Hierauf zieht man, nach Maaßgab der Punkte, über dem Eispunkt die Linien 5, 10, 5, 20, 5, 30, 5, 40 und unter dem Eispunkt die Linien 5, 10, 5, 20. Auf diese Weise hat man die Grade des Weingeistthermometers, die mit dem Quecksilberthermometer harmoniren, von 5 zu 5. Ich habe Fig. 3 die Theilung nicht weiter fortgesetzt. Aber wenn man sich die Figur zu seinem Gebrauch zeichnet, muß man den Raum von 5 zu 5 Graden in 5 gleiche Theile theilen; und so wie man bei 5 zu 5 Graden die überzwerch gehenden Linien von der Linie AB gegen DC. gezogen hat; so muß man dieses auch bei jedem einzelnen Grad thun.

Noch zieht man die senkrechten und mit der Linie AB und DC parallel laufenden Linien. Man kann diese nach Wohlgefallen weit oder enge zusammensetzen. Je mehrere dergleichen Linien man zieht, desto besser ist es. Es kann die eine von der andern um 1 Linie abstehen.

§. 292. Der Gebrauch dieser Tabelle ist sehr leicht und bequem. Man sieht, daß alle senkrechten Linien eben so getheilt sind, wie die Linien AB. DC. Wenn man deswegen ein Weingeistthermometer hat, an welchem der Eispunkt und der 40ste reaumurische Grad bezeichnet ist, so messe man mit einem Zirkel diesen Zwischenraum. Hierauf setze man den Zirkel auf die Linie o o, wo Eispunkt steht; und suche auf die Art, wie man bei dem verjüngten Maaßstab thut, so lange, bis man unter den senkrechten Linien eine findet, die genau das nämliche Maaß hat. Findet sich keine, so kann man mit einem feinen Bleistift die benöthigte Linie noch hineinziehen. Diese Linie gibt die Theilung für das zu verfertigende Weingeistthermometer. Man darf deswegen die Theilung von der Linie nur auf das Thermometerbrett tragen; erstlich von 5 zu 5 Graden, und dann auch die einzelnen Grade. Dadurch wird man eine Abtheilung bekommen, wie ich Fig. 4 abgebildet habe, wo die äußere die 80theilige gleiche Abtheilung des Weingeistthermometers, die die innere aber diejenige Abtheilung des Weingeistthermometers, durch welche dieses mit dem Quecksilberthermometer harmonisch gemacht wird, andeutet.

Der Hr. de Luc hofft, durch den Gebrauch dieser Tabelle auch gemeine Künstler in den Stand zu setzen,

zum Besten des Publikums wohlfeile und doch richtige Thermometer zu verfertigen. Gut wäre es. Aber die wenigsten von den gemeinen Thermometermachern werden sich es gefallen lassen, entweder selbst Thermometerabtheilungen zu zeichnen oder sich zeichnen zu lassen. Und wollten sie es auch thun, so haben sie den Kredit zu sehr verloren, daß man auch ihren guten Arbeiten nicht recht trauet. Das Thermometermachen, denke ich deßwegen, wird immer blos ein Geschäft für Gelehrte bleiben, wenn diese nur das Vorurtheil ablegten, es für eine Schande zu halten, wenn man für das Publikum Thermometer macht! Aber noch mehr, wenn sie nur den Werth ihrer Arbeiten nicht so gar hoch schätzten. Ich dächte um 1 Thaler könnte man immer ein richtiges Thermometer von Wein- oder Salmiakgeist, und nach der Art, wie ich von §. 287—290 beschrieben habe, verfertigen; und diesen Preis würde sich das Publikum dann auch gefallen lassen.

Nachtrag und Anhang.

§. 293. Von Vergleichung der Thermometer im Wasser.

Man hat öfters Thermometer von verschiedenen flüssigen Materien mit einander zu vergleichen. Z. B. Weingeist- und Luftthermometer mit dem Quecksilberthermometer. Diese Vergleichung geschiebt am geschwindesten und sichersten im Wasser, dessen Wärme man nach Wohlgefallen abändern kann. Ich habe in meiner Anweisung, Thermometer zu verfertigen, §. 201, bei diesem Verfahren Vorsichtsregeln angegeben. Hier bemerke ich nur noch einen Vortheil. Es ist ein sehr langwieriges Geschäft, wenn man das Wasser von sich selbst nach und nach will erkalten lassen, und dann dauert der Grad der Wärme, den man beobachten will, bei diesem Verfahren allzu kurze Zeit, als daß man eine sehr genaue Berichtigung der zu vergleichenden Thermometer sollte anstellen können. Daher verfahre ich nunmehr hiebei etwas anders. Ich halte in etlichen Gefäßen heißes und kaltes Wasser bereit. Durch Vermischung desselben kann ich den verlangten Grad der Wärme bald und leicht finden. Damit aber der gefundene Grad der verlangten Wärme nicht zu bald sich ändere; so gieße ich immer, nachdem es nöthig ist, bald heißes, bald kaltes Wasser nach, rühre

aber bei jeder neuen Vermengung das Wasser untereinander. Bei einiger Übung wird man leicht finden, wie viel man heißeres oder kälteres Wasser zugießen müsse, um die verlangte Wärme zu bekommen. Durch dieses Verfahren kann man einerlei Wärme, so lange man will, erhalten und sich auf die Richtigkeit seiner Vergleichungen verlassen.

§. 294. Wie ist der wahre Barometerstand zu finden, wenn man in ein erhitztes Flüssiges das Thermometer nicht ganz einsenken kann?

Dieser Fall kommt sehr oft vor, wenn man die Hitze z. B. des kochenden Quecksilbers, Leinöls u. dgl. bestimmen will, da man von diesen flüssigen Wesen keine so große Menge nehmen kann, um das Thermometer ganz darein zu senken. Um nun zu berechnen, wie viel das Thermometer höher stehen würde, wenn die ganze Röhre eingesenkt werden könnte, so schlägt die früher bemeldte englische Kommission folgendes Verfahren vor.

1) Man halte neben die Thermometerröhre, die über dem Flüßigen steht, ein Thermometer ohne Kugel, damit man erfahre, welche Wärme die, außer dem Flüßigen stehende Quecksilbersäule des Thermometers habe.

Die Thermometer ohne Kugel, oder eine blose, mit Quecksilber gefüllte Röhre, werden am besten also verfertigt. Man fülle ein Thermometer wie gewöhnlich, treibe durch die Hitze die gehörige Menge Quecksilber in die Röhre, trenne die Quecksilbersäule durch das Lampenlicht nahe an der Kugel, und lasse die abgerißene Säule

in den obern luftleeren Raum der Röhre laufen, so daß zwischen demselben und der Kugel ein leerer Raum bleibe. Dann schmelze man die Röhre innerhalb dieses leeren Raums zu, ziehe die Kugel weg, und kehre den obern Theil der Röhre wieder unterwärts, so wird das Quecksilber herablaufen.

Diese Röhren können freilich keine andern, als sehr kleine Grade machen. Denn eine Quecksilbersäule von 64 Linien erweitert sich vom Eis- bis zum Siedpunkt nur um 1 Linie. Ich wollte daher lieber rathen, ein Thermometer mit einem ungefähr 8 Zoll langen und engen Cylinder hiezu zu erwählen. Hat man nun die Wärme der nicht eingesenkten Quecksilbersäule durch das darangehaltene Thermometer gefunden, so verfährt man

2) also: Man bemerke den Thermometerstand des Thermometers, von dem nur die Kugel und ein Theil der Röhre in das Flüssige gesenkt ist. Dieser sei = 475 Grade. Man untersuche ferner, wie viele Grade nicht eingesenkt sind. Dieser wäre z. E. 450. Die Wärme der nicht eingesenkten Quecksilbersäule sei = 100 Grad, so beträgt der Unterschied der Wärme, der zwischen der Kugel und der nicht eingesenkten Quecksilbersäule ist, 475 — 100 = 375.

Man multiplicire nun die Zahl der nicht eingesenkten Grade = 450 mit der Zahl der Grade des gefundenen Unterschieds der Wärme = 375. Das Produkt dividire man durch 10000 und ziehe von dem Quotienten den 11ten Theil ab. Oder, welches eben so viel ist, man dividire das Produkt durch 11 und den gefundenen Quotienten durch 1000.

$$\frac{(450 \times 375) = 168750}{10000} = 16,8$$

Der 11te Theil beträgt 1, 5, und daher bleiben 15 Grade, die man noch zu den beobachteten 450 Graden setzen muß, um die Wärme zu bekommen, die das Thermometer anzeigen würde, wenn es ganz in das Flüssige gesenkt wäre.

§. 295. Von Vergleichung der Weingeistthermometer mit dem Quecksilberthermometer.

Die Weingeistthermometer finden noch immer ihre Liebhaber, wie ich durch die an mich gemachten Bestellungen erfahre. Man muß daher suchen, sie so vollkommen als möglich mit dem Quecksilberthermometer übereinstimmend zu machen. Ich liefere also hier einen kleinen Beitrag hiezu.

Seite 242 meiner Anweisung, Thermometer zu verfertigen, steht die Tabelle, welche das Verhältniß des Gangs des Weingeists zum Quecksilber angibt. Allein die Verdichtungen des Weingeists, wenn er unter dem Eispunkt kommt, sind nicht ganz richtig angegeben. Durch sorgfältige Vergleichungen habe ich sie folgendermassen befunden.

Quecksilbertherm.	Weingeistthherm.	Verdichtungen.
0 —	0 —	3, 9
5 —	3. 9 —	3, 8
10 —	7. 7 —	3. 7
15 —	11. 4 —	3, 6
20 —	15. 0	

Zur Verfertigung jener Weingeistthermometer, die §. 287 folg. beschrieben sind und die nur einige Grade über und unter dem Eispunkt zeigen, muß ich auch noch einige Vortheile anmerken.

Die Kugel hat nicht, wie ich durch einen Fehler der Rechnung angab, $8\frac{1}{2}$, sondern 11—12mal so viel körperlichen Inhalt, als die ganze Röhre.

Wenn diese Weingeistthermometer mit den Quecksilberthermometern vollkommen harmoniren sollen, so ist es selten hinlänglich, wenn man nur blos den 40sten Grad des Quecksilberthermometers, durch Vergleichung im Wasser, an dem Weingeistthermometer, und die übrigen nach der Tafel, §. 291 ꝛc. bestimmt. Man muß es auch bei dem 30sten, 20sten und 10ten Grad thun. Es ist aber dieses bald geschehen, indem man die Vergleichung allezeit an vier Thermometern zugleich vornehmen und das ganze Geschäft in ein paar Stunden vollenden kann.

Um die Grade unter dem Eispunkt zu bekommen, zeichne ich erstlich die Grade über dem Eispunkt. Der 10te, 20ste, 30ste und auch wohl der 40ste Grad ist durch unmittelbare Vergleichung mit dem Quecksilberthermometer gesucht und durch Fäden bezeichnet worden. Den Punkt für jeden dazwischen fallenden 5ten Grad finde ich durch die, §. 291 beschriebene Tafel.

Nun trage ich den Raum vom Eispunkt bis zum + 18ten Grad unter den Eispunkt, so bekomme ich den 20sten Grad unter dem Eispunkt. Denn der + 18te Grad des reaumurischen Quecksilberthermometers harmonirt mit dem + 15ten Grad der 80theiligen gleichen Abtheilung des Weingeistthermometers. Es trifft aber auch

der — 20ste Grad des reaumurischen Quecksilberthermometers auf den — 15ten Grad der 80theiligen gleichen Abtheilung des Weingeistthermometers. Diesen, unter dem Eispunkt herabgetragenen Raum theile ich nun durch Hülfe der Tafel, §. 291, erstlich in 4 und darauf in 20 Theile. Ich suche nämlich auf der Tafel diejenige Linie auf, die vom Eispunkt bis zum 20sten Grad herab so lange, als der herabgetragene Raum, ist, welcher den — 20sten Grad gibt. Diese Linie der Tafel ist aber bereits schon in 4 Hauptttheile und 20 Grade abgetheilt, welche nur auf die Thermometerskale übergetragen werden dürfen.

§. 296. Von amontons'schen Luftthermometer.

Das amontons'sche Luftthermometer ist neuerlich wieder durch den seel. Hrn. Lambert in seiner Pyrometrie in große Achtung gekommen. Ich habe es genauer beschrieben. Zwar kann man mit diesem Thermometer nicht die täglichen Beobachtungen anstellen, weil man den Einfluß, den die beständig veränderte Atmosphäre darauf macht, mühsam berechnen müßte. Allein Hr. Lambert hat den Vorschlag gethan, die Gradleiter des Luftthermometers auf das Quecksilberthermometer zu tragen und mit diesem die Beobachtungen vorzunehmen. Die Ursache, warum er das Luftthermometer allen andern vorzieht, ist diese: Weil es Grade der wirklichen Wärme angebe.

Hr. Lambert sagt nämlich: Die Elasticität der Luft wird blos durch die Wärme erhalten. Hört alle Wärme auf, so fällt die Luft zusammen, daß sie sich in allen ihren Theilen berührt, und sie wird vermuthlich ein fester

Körper. So lange hingegen die Luft noch den geringsten Grad der Wärme empfindet, wird sie ausgedehnt und kann sich nicht in allen ihren Theilen berühren. Folglich ist alsdenn alle Wärme dahin, wenn die Luft in alle ihre Theile zusammengefallen ist.

Nun geht Hr. Lambert weiter. Er sagt: Wenn wir den Raum, welchen die Luft von ihrer gänzlichen Verdichtung bis zum Eispunkt einnimmt, in 1000 Theile theilen, so erweitert sie sich bis zur Wärme des siedenden Wassers, noch um 370 solcher Theile. Ferner: Man nehme an, die Luft nehme bei ihrer gänzlichen Verdichtung noch $\frac{1}{1000}$ des Volumens, auf welches sie bei der Temperatur des schmelzenden Eises ausgedehnt ist, ein. Denn, sagt er, der Fehler ist nicht groß, man mag den Raum, den sie bei ihrer gänzlichen Verdichtung einnimmt, auf 1 ganzen, oder $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Grad setzen. Endlich nimmt Hr. Lambert an: die Luft verdichte sich, bei gleich stark abnehmender wirklicher Wärme, immer gleich stark. Aus allen diesen macht er nun den Schluß: das Luftthermometer redet eine verständliche Sprache. Er zeigt Grade der absoluten und wirklichen Wärme. Wenn man nämlich bei dem Eispunkt die wirkliche Wärme zu 1000 Graden annimmt, und nach diesem Verhältniß die Wärme des kochenden Wassers zu 1370 Graden gefunden hat; so kann man sagen, daß auch dieses Grade der wirklichen Wärme seien, oder daß die Wärme wirklich vom Eis- bis zum Siedpunkt um $\frac{370}{1000} = \frac{3}{8}$ der absoluten Wärme zugenommen habe.

Eine herrliche Entdeckung wäre es allerdings, wenn wir durch das Luftthermometer in den Stand gesetzt würden, von der absoluten Wärme zu urtheilen; und es

wäre dadurch die Natur wiederum in einer ihrer geheimsten Wirkung erlauscht worden. Allein ich besorge, es möchten noch einige Zweifel übrig bleiben, die uns abhalten könnten, dieses System als vollkommen richtig anzunehmen.

Ich will einige der erheblichsten anführen.

1) Es ist zwar unläugbar, wenn Hr. Amontens und Hr. Lambert annimmt, daß die Luft von der Wärme ihre Elasticität erhalte; daß daher die Luft alle ihre Elasticität verliere, oder in alle ihre Theile zusammenfalle, wenn die Wärme gänzlich aufhört. Allein hier wird vorausgesetzt, daß die Luft beständig auch von einem gleich starken Gewicht zusammengedrückt werde. Nimmt man hingegen dieses Gewicht weg, so bekommt die Luft wieder ihre Elasticität, gesetzt auch, die Wärme sollte nicht vermehrt werden. Dieses wird durch die Versuche mit der Luftpumpe, und durch die Luftschichten, die sich in der obern Atmosphäre befinden, außer allen Zweifel gesetzt. Unter der Glocke der Luftpumpe bleibe die Wärme einerlei. Man pumpe einen Theil der Luft heraus, so wird der Überrest die Glocke noch immer in allen ihren Theilen ausfüllen. Nur ist die Luft verdünnt, und dieses nennt man mit Recht, und vielleicht mit mehrerm Recht, ihre Elasticität, als wenn sie durch die Wärme ausgedehnt wird, indem letzteres auch andern Körpern zukommt, die man eben nicht elastisch nennen kann. Ingleichen füllt die obere Luft der Atmosphäre den Raum, in welchem sie sich befindet, sowohl als den untern Raum, unmittelbar über dem Erdboden aus. Nur ist sie in der obern Atmosphäre ungleich dünner. Auch dieses nennt man mit

Recht ihre Elasticität. Sehr wahrscheinlich nimmt man an, daß die Elasticität der Luft in den obersten Luftschichten der Atmosphäre, wo das Barometer nur noch 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ u. s. w. Linie über der Horizontalebene stehen würde, ins Unendliche wachse, oder einen unendlich großen Raum einnehme. Und doch ist es beinahe so viel als erwiesen, daß da, wo die Elasticität der Luft beinahe ins Unendliche geht, fast gar keine Wärme mehr angetroffen werde. Folglich bekommt die Luft ihre Elasticität nicht von der Wärme allein, sondern sie hat das Vermögen, sich zu erweitern, größtentheils in sich selbst. Der amontons'sche Lehrsatz, daß bei gänzlichem Mangel der Wärme die Luft in alle ihre Theile zusammenfalle, kann folglich unmöglich richtig seyn, wenn nicht noch hinzugesetzt wird, daß die Luft zugleich durch ein gewisses Gewicht zusammengedrückt werde.

Man wird aber sagen: Dieser Fall ist bei dem amontons'schen Luftthermometer! Allein ich zweifle, ob dieses so sei. Denn wer ist im Stande, anzugeben, wie groß dieses Gewicht seyn müsse, wenn die Luft beim gänzlichen Mangel der Wärme in alle ihre Theile zusammengedrückt werden solle? Da wir wissen, daß in der höchsten Atmosphäre die Luft bei dem größten Mangel der Wärme doch die größte Elasticität beweise; so ist offenbar, daß nicht ein jedes willkührlich angenommenes Gewicht, wie es bei dem amontons'schen Luftthermometer geschieht, die Luft bei dem gänzlichen Mangel der Wärme in alle ihre Theile zusammendrücken könne. Soll aber dieses Gewicht einer Quecksilbersäule von 50, oder 100, oder 1000 Zollen gleich gemacht werden, um die Luft

bei gänzlichem Mangel der Wärme in alle ihre Theile zusammenzuzwängen? Ich glaube, dieses werde wohl nicht entschieden werden können, da die Luft verschiedene Ausdehnbarkeit hat, je nachdem sie von einem schwerern oder leichtern Gewicht gedruckt wird. §. 258.

Und gesetzt auch, man sollte die Luft mit dem größtmöglichsten Gewicht zusammendrücken: sollte (da die Luft in sich selbst eine Federnkraft besitzt, wie ich erst erwiesen habe) sie nicht auch alsdenn, wenn sie aller Wärme beraubt ist, doch noch dem schwersten Gewicht widerstehen und verhindern können, daß sie nicht in alle ihre Theile zusammengedrückt werde? Das Gegentheil wird wenigstens nicht erwiesen werden können.

2) Hr. Lambert antwortete schon auf einen andern Zweifel, ob nämlich die Luft, wenn sie bei gänzlichem Mangel der Wärme in alle ihre Theile zusammenfällt, genau nur $\frac{1}{1000}$ von dem Volumen betrage, welches sie bei der Temperatur des schmelzenden Eises einnimmt. Er sagt nämlich: Es komme nicht darauf an, ob sie dann $\frac{1}{1000}$, oder die Hälfte, oder das Viertheil von $\frac{1}{1000}$ einnehme, indem der Fehler sehr klein sei, man möge annehmen, was man wolle. Allein könnte nicht doch der Fehler sehr groß werden, wenn die Luft bei dem gänzlichen Mangel der Wärme noch 10 oder 20 oder mehrere Tausendtheile des Volumens, den sie beim Eispunkt hat, betragen sollte? Und könnte sie sich nicht auch dann schon in allen ihren Theilen berühren, wenn sie noch z. B. $\frac{20}{1000}$ des Volumens, den sie beim Eispunkt hat, einnimmt? Wer ist im Stande, zu bestimmen, ob die Luft, wenn sie sich in allen ihren Theilen

berührt, die Dichtigkeit des Goldes, oder des Wassers, oder des Öls, oder eines andern noch ungleich leichtern Körpers habe? Sollten aber hieraus nicht die größten Irrungen entstehen?. Z. E. Hr. Lambert nimmt an: die Luft falle bei dem gänzlichen Mangel der Wärme in den Raum Eines einzigen Grads seines Thermometers zusammen: und daher beträgt, nach dieser Voraussetzung, die absolute Wärme vom Eis- bis zum Siedpunkt 370, oder die ganze Wärme 1370 Grade. Wie aber, wenn die Luft bei ihrer endlichen Verdichtung ein dichterer oder lockerer Körper würde, als Hr. Lambert glaubte? Wenn sie z. E. lockerer bliebe und einen Raum von 10 lambertischen Graden einnähme, so würde zu dem Eispunkt nur der 1000 Grad gesetzt werden dürfen, und von da bis zum Siedpunkt würde es nur 37 Grade geben. Gesetzt aber, die Luft sollte bei ihrer gänzlichen Verdichtung und bei dem Mangel an aller Wärme in einen kleinern Raum zusammenfallen, als Hr. Lambert angenommen hat; — sie sollte den Raum nicht von 1 ganzen, sondern nur von $\frac{1}{10}$ Grad einnehmen, so würden bis zum Eispunkt 10000 Grade, und vom Eis- bis Siedpunkt 3700, oder in der ganzen Zahl 13700 Grade gezählt werden müssen. Entspringt also nicht hieraus ein ungeheurer Unterschied — ein Unterschied von 37 zu 3700, und könnte nicht eines von beiden möglich seyn? Denn wer sagt uns, ob die Luft bei gänzlichem Mangel aller Wärme einen Raum von 10, oder 1, oder $\frac{1}{10}$ lambertischen Graden einnehme?

3) Ist die Luft ganz und gar ungeschickt, bei ihrer erfolgten Verdichtung, die Grade der Wärme anzugeben.

Die Luft in dem Thermometer muß durch ein gewisses Gewicht zusammengedrückt werden, wenn man ihre bei verschiedener Wärme auch verschieden abwechselnde Verdichtungen soll bestimmen können. Das heist: Es muß eine Quecksilbersäule auf ihr sitzen, damit man an dem Steigen und Fallen derselben die Verdichtung und Erweiterung der Luft bemerken könne. Nun wird zwar auch die freie Luft beständig durch eine gewisse Last zusammengedrückt. Es liegt nämlich die obere Luft auf der untern und beschwert diese. Daher kann man wohl annehmen, daß die Luft im Freien, mit der im Thermometer eingeschlossenen Luft, bei veränderter Wärme einerlei Verdichtung oder Erweiterung bekomme, da in beiden Fällen die Luft durch eine gewisse Last gedrückt wird, und ich bemerkt habe, daß bei den Verdichtungen der Luft immer das nämliche Verhältniß bleibe, die Luft mag durch ein etwas größeres oder geringeres Gewicht zusammengedrückt werden, wenn nur der Unterschied nicht allzugroß ist. Siehe §. 258.

Allein aus diesem Zusammendrücken der Luft fließt eine andere Unbequemlichkeit, um welcher willen die Luft unfähig wird, die abwechselnden Unterschiede der Wärme richtig anzugeben. Denn die Last, welche die Luft zusammendrückt, bleibt immer gleich groß. Wenigstens muß beim Luftthermometer hierauf gesehen werden, wenn dieses anders nicht noch beträchtlicher von der Wahrheit abweichen soll. Hingegen vermindert sich die Masse der Luft, wenn sie erkältet wird. Denn beim schmelzenden Eis nimmt sie einen Raum von 1000 und beim siedenden Wasser vom 1370 Graden (nach Hr. Lambert) ein. Es

ist zwar wahr: Es bleibt die Luftmasse in beiden Fällen gleich groß, und ihr Volumen ist nur um der veränderten Elasticität willen vergrößert oder verkleinert worden. Aber wenn die Luft bei erfolgter Erkältung sich zusammenzieht, so ist es in Ansehung der Wirkung des Gewichts, welches auf ihr liegt, eben so viel, als ob sie selbst einen Theil ihrer Masse verloren hätte. Denn die Elasticität der Luft mag durch die Wärme viel oder wenig vermehrt seyn, so trägt sie das auf ihr liegende Gewicht. Deßwegen ist die Wirkung der Last, welche die Luft zusammendrückt, gleich groß, die Luft mag durch die Wärme mehr verdünnt, oder durch die Kälte mehr verdichtet worden seyn.

Nun wollen wir zwei Luftmassen annehmen, von denen die eine einen Raum von 1000, die andere aber einen Raum von 1344 gleich großen Theilen einnimmt. Eine jede dieser Luftmassen werde ferner durch eine Last, die einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule gleich kommt, gedruckt. Durch einen Zuwachs von 10 reaumurischen Graden dehne sich die Luftmasse von 1344 Theilen bis zu 1383, 5 aus; so wird die Luftmasse von 1000 Theilen durch die nämlichen 10 Grade Wärme um

$$1344 : 1383,5 = 1000 : 1029,4$$

ausgedehnt. Folglich erweitert sich durch 10 reaumurische Grade Wärme die Luftmasse von 1344 um 39, 5, und die Luftmasse von 1000 nur um 29. 4 Theile.

Nach meiner Erfahrung, §. 263, wird eine trockne atmosphärische Luft bis zum 70sten reaumurischen Grad auf 1344 und bis zum Siedpunkt auf 1383, 5 Grade;

also vom 70sten bis 80sten reaumurischen Grad um 39, 5 Theil erweitert. Diesem zu Folge sollte nach der erst angeführten Rechnung das Luftthermometer vom Eispunkt bis zum 10ten reaumurischen Grad von 1000 bis zu 1029, 4, oder um 29, 4 Theile erweitert werden, wenn die Verdichtungen der Luft mit den Verdichtungen des Quecksilbers übereinstimmten, und es würde der Raum am Luftthermometer, der 10 reaumurischen Graden gleich kommt, immer kleiner werden, je mehr die Wärme abnimmt. Wenn daher auch die Luft einen, mit dem Quecksilber vollkommen regelmäßigen Gang hätte, so würden doch die Grade des Luftthermometers immer kleiner werden müssen, je mehr die Wärme abnimmt; weil die Last, welche die Luft zusammendruckt, die Luft, wenn sie bei ihrer mehrern Verdichtung einen kleinern Raum einnimmt, nicht mehr so viel (dem Raum nach) zusammendrücken kann, als wenn sie bei ihrer Erweiterung ein größeres Volumen hat. Daher ist das Luftthermometer, wenn die Luft auch wirklich sich bei jedem abnehmenden Grad der wirklichen oder absoluten Wärme gleich viel verdichtete, doch nicht im Stande, diese Grade der Wärme richtig anzugeben, wenn sämtliche Grade desselben, wie Hr. Amontons und Hr. Lambert gethan haben, gleich groß gemacht werden. Dieses ist noch weniger möglich, weil

4) Die Luft selbst bei ihrer Verdichtung den allerunregelmäßigsten Gang hat. Ich berufe mich auf meine Erfahrungen, die ich §. 263 angeführt habe, und erwähle z. B. die Versuche mit der trocknen atmosphärischen Luft. Vom Siedpunkt herab bis zum 20sten reaumurischen

Grad nehmen die Verdichtungen für jede 10 reaumurische Grade zu. Vom 20sten reaumurischen Grad bis zum Eispunkt nehmen sie wieder ab. Aus diesem ist sehr wahrscheinlich zu schließen, wenigstens muß man es besorgen, daß die Luft vom Eispunkt bis zu ihrer gänzlichen Verdichtung herab, wo sie sich in allen ihren Theilen berührt, noch mehrmal diese Unregelmäßigkeiten haben und sich bald mehr, bald weniger verdichten werde. Am besten kann man sich von dem unregelmäßigen Gang der Luft überzeugen, wenn man ihre Verdichtung vom 80sten bis 70sten reaumurischen Grad und von dem 10ten reaumurischen Grad bis zu dessen Null gegeneinander hält. Nach der in der vorhergehenden Nummer angestellten Berechnung sollte, wenn die erste Verdichtung des Luftthermometers vom Siedpunkt herab 39, 5 Grad ist, die Verdichtung desselben vom 10ten reaumurischen Grad der Wärme bis zum Eispunkt 29, 4 Grade betragen, wenn anders das Luftthermometer Grade der wirklichen Wärme anzeigte. Allein nach der wirklichen Erfahrung ergeben sich 49 Grade. Dieses ist Abweichung genug.

Überhaupt scheint es, daß die Elasticität der Luft verhältnißmäßig immer geringer werde, je mehr die Wärme zunimmt. Nur macht sie eine Ausnahme vom Eispunkt bis zum 30sten reaumurischen Grad Wärme. Ingleichen finden sich bei der ganz trocknen und der ganz feuchten Luft auch sehr beträchtliche Abweichungen. Daher läßt sich nichts Sicheres bestimmen. Sollte es aber wirklich so seyn, so würde daraus fließen, daß die absolute Wärme bei der Kälte des schmelzenden Eises

lange nicht zu 1000 Graden angenommen werden könne, sondern viel geringer seyn müsse, weil, wenn die Verdichtungen der Luft bei gleichabnehmendem Grad der Wärme beständig zunehmen sollten, die Luft sich eher in allen ihren Theilen berühren oder zusammenfallen würde, als wenn sie bei gleich abnehmender Wärme sich gleich stark verdichtete.

Allein andere Umstände, die ich in der zweiten und dritten Nummer angeführt habe, könnten diesen Abgang wieder ersetzen. Doch ist alles dieses ungewiß. Endlich hat eine trocknere Luft eine andere Ausdehnbarkeit, als eine andere, mit vielen Dünsten vermengte, wie die Tafel, §. 263, zeigt.

Wie kann man also, wenn alles dieses zusammengenommen wird, das Luftthermometer für dasjenige halten, welches Grade der absoluten und wirklichen Wärme angeben sollte? Ich wenigstens denke, daß kein Thermometer den Gang der wirklichen Wärme unrichtiger anzeige, als dieses; und daß wir daraus so wenig, als von jedem andern Thermometer, die absolute Wärme lernen können.

Um zu zeigen, wie sich die Grade des Luftthermometers zum reaumurischen und zu den Graden der wirklichen Wärme, wie diese der Hr. de Luc mit einer, wie mir scheint, hinlänglichen Genauigkeit bestimmt hat, verhalten; habe ich den Gang des Luftthermometers, in welches, nach §. 203, trockne atmosphärische Luft eingefüllt war, mit dem reaumurischen Quecksilberthermometer und mit den Graden der wirklichen Wärme verglichen.

Reaumurische Thermometer.		Luftthermometer.		Unterschiede.
80	—	80, 00	—	8, 17
70	—	71, 83	—	9, 46
60	—	62, 37	—	9, 82
50	—	52, 55	—	9, 80
40	—	42, 75	—	9, 80
30	—	32, 95	—	11, 57
20	—	21, 38	—	11, 16
10	—	10, 22	—	10, 22
0	—	0, 00	—	
				80, 00

Wirkliche Wärme.		Luftthermometer.		Unterschiede.
80	—	80, 00	—	8, 77
70	—	71, 23	—	9, 86
60	—	61, 37	—	10, 12
50	—	51, 25	—	9, 90
40	—	41, 35	—	9, 80
30	—	31, 55	—	11, 27
20	—	20, 28	—	10, 76
10	—	9, 52	—	9, 52
0	—	0, 00	—	
				80, 00

Gegenwärtige Einwendungen, die ich wider des seel. Hr. Baurath Lamberts Luftthermometer gemacht, hätte ich gerne unterdrückt, indem ich die Asche dieses Gelehrten von erstem Range verehre, wenn ich nicht der Wahrheit mehr schuldig zu seyn geglaubt hätte. Ich reiße nicht gerne ein, wenn ich nicht etwas Besseres dagegen

aufbauen kann. — Und doch mußte ich dieses gegenwärtig thun. Noch weniger begehre ich auf den Ruinen eines andern, und am wenigsten eines solchen Mannes, dessen Ruhm unerschüttert bleibt, wenn er gleich, wie es allen Sterblichen begegnet, in Kleinigkeiten fehlt, Trophäen zu erbauen. Vielleicht habe ich selbst gefehlt und Hrn. Lambert Unrecht gethan! — Wie gerne werde ich Belehrung annehmen und widerrufen, sobald ich vom Gegentheil überzeugt seyn werde!

Das zwölfte Kapitel.

Das Überziehen des Bretts; das Zeichnen der Skale; das Lackiren des Bretts und den Gebrauch des Thermometers betreffend.

§. 297.

Die Abtheilung oder Skale der Thermometer wird auf einem der Länge des Thermometers proportionirlich großen Brett gemacht. Am besten hat Hr. de Luc das Tannenholz hiezu gefunden, weil es die Kälte und Wärme am geschwindesten empfindet, und sich durch die Feuchtigkeit und Trockne in seiner Länge unter andern Holzarten am wenigsten verändert. Das Brett muß so dünn gemacht werden, als nur immer nach der Größe der Thermomekugel angeht. An dem Ort, wo die Kugel oder der Cylinder des Thermometers zu liegen kommt, muß in das Brett ein Loch, welches noch so groß als die Kugel oder der Cylinder ist, ganz durchgeschnitten werden, damit die Kälte und Wärme frei durchdringen könne.

Zur Verzierung kann man an das Brett oben und unten Karnisse, Halbstäbe und Hohlkehlen nach Belieben schneiden lassen.

§. 298. Dieses Brett wird erstlich mit einem dünnen Tischlerleim auf beiden Seiten überstrichen, hierauf getrocknet, dann aber die hintere Seite mit gemeinen und die vordere mit holländischem pro patria Papier überzogen. Dieses Beziehen der beiden Seiten ist sonderlich bei dünnen Brettern, um das Krummziehen derselben zu verhindern, nöthig. Die zwei Nebenseiten aber überziehe man nicht, damit die Wärme und Kälte leichter eindringen könne; das Papier verhindert aber dieses in etwas.

Wenn die Abtheilung am Ende lackirt werden soll, so muß man beim Aufleimen des Papiers sehr pünktlich zu Werke gehen. Man muß das Papier an allen Orten recht fest anleimen; deßwegen darf man hiezu keinen Kleister gebrauchen. Denn wenn das Papier an einem oder dem andern Ort nicht fest, oder überhaupt nur mit Kleister angeleimt ist; so schlägt der Firniß durch und gibt üble Flecken.

§. 299. Wenn das Thermometerbrett überzogen ist, so zeichnet man die Abtheilung. Von einer genauen und schönen Zeichnung hängt die Schönheit und Richtigkeit der Thermometer ab. Ich werde deßwegen, um der Anfänger willen, diesen Punkt etwas umständlicher behandeln.

Zur Verzierung der Thermometer kann man durch gezogene Linien dem Brett ringsherum eine ungefähr 6—8 Linien breite Einfassung geben, und diese mit einer beliebigen Farbe, die mit Leimwasser angemacht wird, ausmahlen.

Eine Abbildung von der Abtheilung selbst habe ich Tab. I. Fig. 4 gegeben. Ich muß auch noch erinnern, daß das

Brett keine Rinne bekommt, wie es öfters gewöhnlich ist, sondern daß die Thermometerröhre frei auf dem Brett liegt. Man kann dadurch die Grade, welche das Thermometer angibt, viel genauer bestimmen, wie ich bald zeigen werde.

Will man zwei Abtheilungen an eine Thermometerröhre anbringen, so zieht man mitten auf dem Brett die Länge herunter die zwei mittlern Linien, wie Fig. 4 zu sehen ist. Gibt man aber dem Thermometer nur eine einzige Abtheilung, so bleiben die zwei mittlern Linien weg, und man läßt die Grade hinter der Röhre ganz durchlaufen. Wenn nun die Röhre auf den Graden liegt, es sei, daß man nur eine oder zwei Abtheilungen hat (denn die zwei Abtheilungen müssen so nahe zusammenstoßen, daß die Röhre noch auf den Graden einer jeden Abtheilung liegt), so bilden sich in der Röhre alle Linien der Grade ab. Viele scheinen krumm. Diejenige Linie aber, die gerade erscheint, steht mit dem Auge horizontal. Man muß deßwegen, wenn man beobachtet, das Auge so lange erniedrigen und erhöhen, bis diejenige Linie, die zunächst an dem Ende des Safts steht, nicht mehr gebrochen, sondern gerade erscheint.

§. 300. Man macht die Grade an beiden Seiten der Röhre ungefähr 1½ bis 2 Linien breit. Deßwegen muß man den äußern der Länge nach heruntergehenden Linien den bemeldten Abstand von den mittlern zwei Linien geben. Am sichersten geht man, wenn man alle diese der Länge des Bretts nach heruntergehende Linien mit der gegen die linke Hand hinsehenden Seite des

Bretts parallel macht, welches man durch einen Streichmodel der Schreiner vollkommen bewerkstelligen kann.

Sind die langen Linien gezogen, so legt man das Thermometer auf das Brett und bemerkt mit einem feinen Zirkelstich, nach Angab der seidenen Fäden am Thermometer, die Punkte, wo der Eis- und Siedpunkt hinfällt. Der Raum zwischen diesen Punkten muß in die vorgeschriebene Anzahl Grade eingetheilt werden.

Es ist Anfängern in der Meßkunst schon bekannt, daß, wenn man eine Linie in kleine Theile richtig theilen will, man die Linie erstlich in die Hälfte oder in 3 Theile, und dann jeden dieser Theile wieder, anfangs in größere, und diese erst in kleinere zerschneiden müsse. So wird z. B. an dem reaumurischen Thermometer der Raum vom Eis- bis zum Siedpunkt erstlich halbirt, und man bekommt den 40sten Grad. Jeden dieser zwei Theile zerschneidet man in der Mitte nochmal, und man hat den 20sten und 60sten Grad. Dieses Verfahren wendet man noch zweimal an, so ergeben sich die Grade von 5 zu 5.

Ist der Raum, der 5 Graden zukommt, noch etwas groß, so kann man ihn mit dem Zirkel in 5 Theile bringen. Werden aber die Grade sehr klein, wie z. B. an dem fahrenheitischen, de l'Isleschen u. dgl. Thermometern, so kann ein scharfes Auge mit einem guten Zirkel den Raum von 5 Graden zwar noch theilen, aber bei aller angewandten Mühe wird der 5te Grad bisweilen entweder zu groß oder zu klein ausfallen; d. h. der 5te Punkt, den man mit dem Zirkel anzeigt, wird nicht genau in den schon vorhandenen Punkt treffen, der den

5ten Grad angab; und man wird daher zu Verbesserungen seine Zuflucht nehmen müssen.

§. 301. Ich dachte daher auf eine leichtere und zugleich sicherere Art, die feinen Abtheilungen zu verfertigen.

Zuerst bemerke ich, nach dem vorhergehenden Paragraph die Punkte, die jedem 5ten Grad zugehören, und ziehe auch, zur Vermeidung alles Irrthums, sogleich die Linien. Hernach theile ich den Raum, der 10 Graden zugehört, in 5 gleiche Theile sehr genau ab. Ein jeder dieser Theile ist zweien Graden gleich. In dieser Weite eröffne ich den Zirkel, setze ihn in den untersten Punkt, oder auch wo Null steht, ein; so gibt der erste Zirkelstich den 2ten; der zweite den 4ten; der dritte Stich den 6ten; der vierte Stich den 8ten, und der fünfte den 10ten Grad. Auf diese Weise fahre ich fort bis an das Ende der Abtheilung. Darauf gehe ich wieder herunter und setze den Zirkel in den 5ten Grad, so gibt der erste Stich den 7ten, der zweite den 9ten, der dritte den 11ten Grad u. s. w. Wenn man bis an das Ende der Abtheilung gekommen ist; so ist die ganze Abtheilung fertig. Auf diese Weise kommt man leichter, viel geschwinder und richtiger, als nach der gewöhnlichen Art, mit der Abtheilung zu Stande; weil man die Theilung mit grossen Theilen verrichten kann.

§. 302. Man hat manchmal an einem Thermometer große Grade, deren jeden man wieder in Viertelsgrade theilen möchte. Dieses ist beim Barometer mit den Linien des pariser Zolls noch nöthiger. So unmöglich es ist, eine richtige Zeichnung zu bekommen, w: : Z: z

jeden Viertelsgrad oder Linie, nach der gewöhnlichen Art, einzeln mit dem Zirkel auftragen will; so leicht und sicher ist es nach meiner Methode.

Man nehme erstlich 3 Grad oder Linien und halbire sie. Ein jeder dieser Theile bedeutet $1\frac{1}{2}$ Grad oder Linien. Hierauf setzt man den Zirkel mit dieser Eröffnung in den untersten Punkt der Abtheilung; so theilt der erste Stich den 2ten; der zweite den 5ten; der fünfte den 8ten; der siebente den 11ten Grad u. s. w. Der zweite, vierte, sechste Stich u. s. w. fällt allezeit in die ganzen Grade. Ist man in dieser Ordnung bis zum Ende der Röhre gekommen, so fängt man mit der nämlichen Eröffnung des Zirkels wieder unten an; setzt aber den Zirkel in den zweiten Punkt der Abtheilung von unten hinauf, oder in die Linie, wo der zweite Grad anfängt. Der erste Stich theilt den 3ten; der dritte den 6ten; der fünfte den 9ten Grad u. s. w. Wenn man auch in dieser Ordnung bis zum Ende der Abtheilung gekommen ist; so fängt man zum Drittenmal von unten an, aber wieder um einen Grad höher. Der erste Stich theilt den 4ten; der dritte den 7ten; der 5te den 10ten Grad in die Hälfte u. s. w. Dadurch werden alle Grade oder Linien einer Abtheilung in die Hälfte getheilt.

Um die Grade oder Linien auf 4 Theile zu bringen, muß man dem Zirkel eine Eröffnung von $\frac{5}{4}$ Graden oder Linien geben. Deßwegen müssen 5 Grade in 4 Theile getheilt werden; weil $5 : 4 = \frac{5}{4}$ ist. Damit verfährt man nun eben so, als wie bei der Theilung der halben Grade. Nur muß man dießmal den Zirkel fünfmal von

neuem, unten beim Anfang der Abtheilung, nämlich an den fünf untersten Punkten, bei 0, $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 2 Grad ansetzen, und allezeit ihn bis zum Ende der Abtheilung hinauftragen.

Nimmt man $\frac{3}{4}$ Grade oder Linien mit dem Zirkel, indem man 3 Grade in 4 Theile theilt; so kann man mit der Theilung der Viertelsgrade geschwinder zu Stande kommen; weil aber die Eröffnung des Zirkels nicht so groß ist, als bei $\frac{5}{4}$ Graden; so ist dieses Verfahren nicht so richtig, als das vorhergehende.

§. 303. Die Punkte der Abtheilung mache ich auf die äußerste lange Linie gegen die linke Hand, die mit der Seite des Bretts parallel ist. An diese Seite des Bretts aber lege ich ein Lineal an, welches etwas Weniges dicker ist, als das Thermometerbrett. Das Brett und das Lineal halte ich mit dem kleinen Finger und dem Daumen meiner linken Hand fest zusammen, und mit den übrigen drei Fingern drücke ich einen richtigen Winkelhaken an das Lineal und auf den Punkt auf, welcher die Linie geben soll. Diese Einrichtung mit dem Winkelhaken macht, daß man die Theilung nicht an zwei entgegengesetzten Linien, sondern nur auf einer vornehmen darf.

Soll die Linie nicht über oder unter den gemachten Punkt kommen, wodurch die Abtheilung fehlerhaft werden würde; so muß man die Spitze der Reißfeder in den angegebenen Punkt setzen. Deßwegen bemerke ich die Punkte meiner Abtheilungen auf der Linie, die gegen die linke Hand steht, um dann mit der Reißfeder gegen die rechte Hand ziehen zu können.

§. 304. Nachdem die Zeichnung verfertigt, schreibt man die Grade von 5 zu 5 (s. Tab. I. Fig. 4), ingleichen noch etliche andere hauptsächliche Bemerkungen hinzu. Ich will einige derselben hiehersetzen, und zwar, wie sie nach dem Quecksilberthermometer des Fahrenheit, de l'Isle, Reaumur und Christin, und nach dem Weingeistthermometer des Hrn. von Reaumur und dü Crest ausfallen. Die Beobachtungen, die mit dem Thermometer, bei sehr großer Hitze, bis zum kochenden Wasser herab, gemacht worden, habe ich aus Hrn. Dom. Beck Instit. Physſ. genommen; die andern sind theils eigene Erfahrungen, theils vom Hrn. dü Crest.

	...ter des		Weingeistthermometer des Herrn	
	...eit.	Christin.	v. Reaumur.	dû Crest.
Leinöl und Qu...		$315\frac{1}{2}$		
Terpentinöl ...				
Vitriolöl ...				
Geschmolzen Bl...				
— — —				
Geschmolzen Bi...				
Geschmolzen Zi...				
— — —				
Geschmolzener ...				
Gleiche Theile ...				
2 Theil Blei, 1 ...				
Kochend Scheid...				
— — Potasch...				
— — Meern...				
— — Regen...		100	101,8	100
— — Brann...		—	80	—
— — rectific...		—	—	$73\frac{1}{6}$
— — schmelz...		—	—	51
Wärme bei ein...		—	—	$30\frac{1}{4}$
Seneg...		—	—	$29\frac{1}{4}$
Marra...		—	—	26
Pondid...		—	—	$23\frac{1}{4}$
Wärme des me...		37,2	$32\frac{1}{2}$	24,1
Franke...		34,4	—	21
Wärme für die ...		—	—	8
Mittel...		12	$10\frac{1}{4}$	0
Schmelzend Eis...		0	+ 0,8	$10\frac{3}{5}$
Kälte mit Salm...		17,8	—	$25\frac{1}{4}$
Kälte mit Kochs...		—	15	—
Kälte mit Meer...		—	—	$29\frac{1}{3}$
Tübing...		—	—	$31\frac{1}{3}$
Schloß ...		—	—	33
Tornea...		—	—	$43\frac{1}{2}$
Kamhat...		—	—	$46\frac{7}{8}$
Kyringa...		—	—	—
Jenisei ...		—	—	$72\frac{3}{4}$

§. 305. Jetzt kommts zum Lackiren. Dieses verschönert nicht nur das Thermometer, sondern es ist sogar unentbehrlich. Weil man mit dem Thermometer in freier Luft Beobachtungen macht; so kann Regen und Schnee nicht ganz davon abgehalten werden. Dadurch aber würde eine unlackirte Abtheilung bald verdorben werden. Selbst in einem Zimmer wird durch Staub und Fliegen ein unlackirtes Thermometer bald verunstaltet.

Es ist indessen gewiß eine Kunst, das Papier zu lackiren, daß es keinen Flecken bekommt und nichts von seiner Weiße verliert. Vieles liegt am Aufleimen des Papiers, wie schon erinnert worden. Es gehören aber noch mehrere Vortheile hiezu.

Vor dem Lackiren muß das Papier, nachdem es mit Dinte oder Tusch überschrieben ist, mit einem dünnen Leimwasser von Hausenblase überstrichen werden. Man verrichtet dieses mit einem großen Haarpinsel. Allein man muß sich hüten, daß man einen Ort nicht zweimal überfahre. So muß man auch den Strich gelind und geschwind führen, damit der Tusch oder Dinte nicht aufgeweicht und ausgewischt werde. Wenn das Leimwasser abgetrocknet ist, kann man obiges Verfahren nochmal vornehmen. Ehe man den Lack aufträgt, muß das Papier vollkommen trocken geworden seyn. Beim Überstreichen mit Lackfirniß hat man das Auslöschen der Schrift nicht mehr zu befürchten. Man kann den Lack mit einem Pinsel nach Wohlgefallen ausstreichen. Aber man trage ihn sehr dünn auf und lasse, ehe man neuen aufträgt, den erst aufgestrichenen allezeit recht hart werden. Soll

das Thermometer recht schön und dauerhaft lackirt werden, so muß man es dreimal überstreichen.

§. 306. Von der großen Menge heller Lackfirnisse will ich blos die Verfertigung desjenigen lehren, welcher leicht zu bereiten und dabei der schönste und dauerhafteste unter allen ist. Wenn auch jemand eine andere Art erwählen wollte; so warne ich wenigstens vor allen Arten der Weingeistfirnisse. Sie springen in kurzer Zeit wie ein Mehl ab. Besser ist der mit Spick- oder Terpertinöl aufgelöste Gummi Copal.

Man zerstoße Gummi Copal, breite ihn auf einem irdenen oder porzellainernen Teller dünn aus und besprenge das Gummi nur ganz wenig mit Terpentin- oder Spicköl. Dann stelle man den Teller entweder auf einen heißen Ofen, oder in Ermanglung desselben auf ein sehr gelindes und etwas weit entferntes Kohlenfeuer. Wenn die Hitze zu stark ist, wird der Firniß gelblicht. Fängt das Gummi an zu rauchen, so sprengt man nach und nach immer mehr Öl daran. Bald wird ein Gelee daraus, dann gießt man mehr Öl hinzu und macht den Firniß nach und nach so dünne, daß er sich recht gerne ausstreichen läßt. Er wird in einem verschlossenen Glas zum Gebrauch aufbewahrt.

§. 307. Das letzte Geschäft bei einem Thermometer ist, es an das Brett zu befestigen. Es ist jedem bekannt, daß man Löcher durch das Brett sticht und dadurch die Röhre mit einem feinen Draht befestigt, wie man an jedem gemeinen Barometer und Thermometer sehen kann.

Nur ist dafür zu sorgen, daß die Röhre nicht auf dem Brett herabsinke, sondern auf dem Punkt liegen bleibe, auf welchem es stehen soll. Man pflegt die Thermometer entweder so stark mit dem Drath anzuziehen, daß sie nicht weichen können, oder man gibt der Kugel einen ganz kleinen Untersatz. Beides gefällt mir nicht, weil die erste Art nichts hilft, wenn das Brett schwindet, hingegen beim Quellen des Bretts die Röhre zerbrechen könnte; die andere Art aber zu weitläufig ist, und das Andringen der Wärme und Kälte etwas verhindert.

Ich winde ganz oben am Ende der Röhre einen mit Wachs bestrichenen Faden etlichemal wohl um die Röhre, und mache ihn durch einen Knopf fest. Dann gebe ich der Röhre den obern Haft genau unter diesem Bund; dadurch kann die Röhre nicht herabsinken.

§. 308. Vom Gebrauch des Thermometers muß ich noch ein Wort sagen. Man bestimmt durch das Thermometer die Wärme der Luft, der Sonnenstralen, eines Zimmers, des menschlichen Leibes, oder auch eines Flüssigen u. dgl.

Die Temperatur der Luft könnte man am besten finden, wenn man an einem freien Ort, z. B. in einem Garten, ein Thermometer frei aufhienge, und es durch ein Obdach blos vor dem Regen und Sonnenstralen verwahren könnte. Weil aber dieses selten angeht, so erwähle man an seinem Hause den freiesten Ort, der gegen Norden sieht, und an welchen den ganzen Tag hindurch keine, weder gerade auffallende, noch reflektirende

Sonnenstralen kommen können. Das Thermometer muß so weit vom Fenster entfernt werden, als möglich ist. Auch ist es nicht gut, wenn das Zimmer, vor welchem das Thermometer steht, geheizt wird. Wenn man seine Thermometerbeobachtungen anführt, so muß man dabei melden, wie weit obige Bedingungen erfüllt worden, ingleichen, ob das Thermometer im ersten, zweiten oder dritten Stockwerk des Hauses gestanden habe.

Will man die Hitze der Sonnenstralen, oder des menschlichen Leibs, oder eines Flüssigen mit dem Thermometer messen, so muß es vom Brett genommen und der Stand desselben nur mit einem Läufer bezeichnet werden, den ich im achten Kapitel beschrieben habe.

§. 309. Es wäre mir nie eingefallen, mit der Erinnerung, die Thermometer senkrecht aufzustellen, meine Abhandlung über die Thermometer zu beschließen, wenn nicht der Verf. der memoires sur la reforme des Thermometres anführte, daß es in Frankreich einigen eingefallen sei, die Thermometer wasserrecht zu legen. Die Ursache hievon, sagt der Verfasser, werde von ihnen angegeben, weil alle flüssigen Körper nach dem Verhältniß der Länge ihrer Säulen drücken; folglich durch die senkrechte Stellung der Thermometer die Säule derselben durch ihre eigene Schwere etwas zusammengedrückt werde.

Außer einer Menge von Unbequemlichkeiten, die mit der wasserrechten Lage der Thermometer verknüpft wären, muß ich nur dieses melden:

1) Daß bei Weingeistthermometern dieses gar nicht einmal angeht. Denn wenn das Thermometer durch die

Kälte fällt, so könnte der Saft nicht nachlaufen. Ich hatte öfters Weingeistthermometer lange Zeit liegen und fand, daß an dem Ort, wo der Saft am gewöhnlichsten hin und her ging, die Farbe sich außerordentlich stark angelegt und die Säule überhaupt durch das Ausdünsten der Geisterchen, die in den leeren Raum traten, etwas von seiner Länge verloren habe.

2) Habe ich nie bemerken können, daß, wenn auch ein Quecksilberthermometer von seiner wasserrechten Lage schnell aufgehoben und senkrecht gehalten worden, es sich sollte gesenkt, oder etwas von der Länge seiner Säule verloren haben. Ich habe sogar eine 12 Zoll lange Quecksilbersäule in eine Röhre gefüllt, und da ich sie bald senk=, bald wasserrecht gehalten, hat sie sich in ihrer Länge nicht um ein Haar breit verändert.

Man lasse also dem Thermometer seine alte Stellung und erwähle sich würdigere Gegenstände, wenn man sich im Stande glaubt, dieses nützliche und angenehme Instrument noch weiter verbessern zu können.

§. 310. Vom Nutzen der Thermometer will ich nichts sagen, sondern den Hrn. von Reaumur im 8ten Theil der physikalischen Abhandlungen der pariser Akademie, Seite 623, reden lassen. „Thermometer, sagt er, sind ohne Widerrede eine der angenehmsten Erfindungen der neuen Physik, und eine von denen, die ihr Aufnehmen am meisten befördert haben. Sie haben uns zu mancher artigen Erkenntniß geholfen, daran man ohne sie nicht hätte denken dürfen. Hätten wir nicht ohne sie in vielen Fällen nicht gelernt, daß zwei vermischte flüssige Materien

sich erhitzen? Hätten wir ohne sie wohl jemals entdeckt, daß gewisse Salze, wenn sie im Wasser schmelzen, es kälter machen? und wie weit dieses gehe? und welche es am kältesten machen? Ohne sie wüßten wir nicht, daß ein Eis kälter als das andere sei, und daß das kochende Wasser einen Grad der Hitze annehmen könne, der nicht erhöht werden kann. Endlich wissen die Naturkündiger, daß unzählige Versuche erfordern, sie mit dem Thermometer in der Hand zu machen. Dieses Instrument ist auch nicht allein für sie und ihre Kabinette. Ein jeder befragt es wegen der Beschaffenheit der Witterung, wenn ihm Frost und Hitze unbequem wird. Alsdenn erzählt jeder gerne dem andern, wie hoch oder tief sein Thermometer gestiegen oder gefallen sei." Ich setze noch hinzu, daß der Hr. von Reaumur, durch Hülfe des Thermometers, Hünereier ausgebrütet habe; daß das Thermometer zur Seidenwürmerzucht und in Bädern ganz unentbehrlich, und in Krankheit, so wie zu manchem ökonomischen Gebrauch, ingleichen in Gewächshäusern von sehr großem Nutzen sei.

Nachtrag.

§. 311. Das Meerthermometer von Herrn Six.

Es ist ein Weingeistthermometer, in dessen Röhre ein kleiner länglichter Körper von Glas gebracht wird, welcher sich darin leicht hin und wieder bewegen kann; die Röhre wird nahe an der Kugel in einen rechten Winkel gebogen, damit, wenn das Thermometer senkrecht aufgerichtet wird, der kleine Körper nicht in die Kugel fallen kann; der Saft in der Röhre darf nicht zu stark gefärbt seyn, damit man leicht beobachten kann, bei welchem Grad der Skale der Körper liegt. Dieses Thermometer wird in liegender Stellung, die Kugel unterwärts, aufgehangen, wie Tab. II. fig. 1 zeigt.

Die neueren Seefahrer, welche auf Entdeckungen ausgesendet werden, bedienen sich dieses Thermometers zu den Untersuchungen der Schwere und Temperatur des Meerwassers, sowohl auf der Oberfläche, als auf dem Grund des Meeres, seit der Engländer Herr Six dieses sinnreiche Instrument erfunden hat.

Wenn man Beobachtungen mit diesem Instrumente anstellen will, so wird dasselbe, ehe man es aufhängt, verkehrt gehalten, damit der kleine Glaskörper bis an das Ende des Saftes herabläuft, weiter geht er nicht, er

bleibt am Ende des Saftes hangen. Wird nun das Thermometer an einen Ort gebracht, wo die Temperatur kälter ist und dasselbe zum Fallen bringt, so nimmt der Saft den kleinen Glaskörper mit sich zurück, bis das Thermometer seinen tiefsten Stand erreicht hat. Verändert man die Lage des Thermometers wieder und bringt es in eine wärmere Temperatur, so geht der Saft höher, ohne den Glaskörper von seiner Stelle zu bringen, welche er beim tiefsten Stand des Thermometers eingenommen hat, im Gegentheile bleibt er einige Tage lang nachher noch in seiner Stellung.

Um den Erfinder für den wichtigen Dienst, den er sich dadurch um die Naturlehre erworben hat, zu ehren, nennen die Seefahrer dieses Instrument die Sixthermometer.

§. 312. Durch ein Quecksilberthermometer kann man denselben Zweck erreichen.

Man bringt in ein mit Quecksilber gefülltes und genau berichtigtes Thermometer ein kleines Stückchen Eisendraht (das Eisen schwimmt bekanntlich auf dem Quecksilber). Wenn nun dieser kleine Körper das Quecksilber erreicht hat, so wird derselbe vom Quecksilber in die Höhe geschoben bis zu seinem höchsten Stand; wenn das Thermometer in einer kälteren Temperatur wieder fällt, so bleibt dieser Körper auf seinem Stand zurück, und die Grade, wo derselbe liegen geblieben, zeigen den höchsten Stand des Thermometers an. Daher kann man sagen, diese Thermometer notiren ihren höchsten und tiefsten Stand von selbst.

Nachricht.

Nach den §§. 299 bis 303 gezeichnete und auf das pünktlichste in Kupfer gestochene Skalen mit der Eintheilung nach Fahrenheit und nach Reaumur sind bei uns vorräthig.

Deßgleichen auch Barometerskalen, ferner, vom Verfasser dieses Werkes, vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bisher bekannten, als auch einigen neuen Barometern, wie sie zu verfertigen, zu berichtigen und übereinstimmend zu machen, dann auch zu meteorologischen Beobachtungen und Höhenmessungen anzuwenden, mit 6 Kupfertafeln ꝛc. gr. 8. 1784. 1 Rthlr. 12 gr. sächs. oder 2 fl. 42 kr. rhn.

Anweisung, das Eudiometer des Herrn Abt von Fontana zu verfertigen und zum Gebrauch bequemer zu machen, ingleichen durch eine sehr einfache Einrichtung, in kurzer Zeit Mineralwasser zu verfertigen. Mit 1 Kupfertafel. gr. 8. 6 gr. sächs. oder 27 kr. rhn.

D
E
G
F

3.

Fuch

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Luz, Johann Friedrich,

Vollständige und auf Erfahrung gegründete Anweisung, die Thermometer zu verfertigen Mit 2 Kupfertaf

Nürnberg 1823

Phys.sp. 417 b
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134229-2